COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Observations sur l'argon : spectre de fluorescence;* par M. Berthelot.

« M. W. Ramsay, lors de son récent voyage à Paris, a eu l'obligeance de me remettre un second échantillon d'argon, s'élevant à 90^{cc}, pour en faire l'objet de nouveaux essais. Avant de les exposer, je regarde comme un devoir de le remercier et d'invoquer sa garantie pour la pureté des échantillons d'un gaz que je n'ai pas préparé moi-même.

» Ces nouveaux essais ont porté principalement sur l'étude du spectre de fluorescence, qui s'observe avec l'argon chargé de vapeur de benzine

et soumis à l'action modérée de l'effluve, dans certaines conditions qui paraissent correspondre à un état d'équilibre particulier; car la dose de gaz absorbée n'y dépasse pas quelques centièmes, même au bout d'un temps considérable. Cet équilibre limité est analogue à celui de la combinaison entre l'azote et l'hydrogène, dans des circonstances analogues.

» A ce propos, une observation est nécessaire. En effet, les deux échantillons de gaz, qui m'ont été remis successivement, se sont comportés d'une manière un peu différente, tout en donnant pareillement des signes de combinaison en présence de la benzine. Avec le second, l'absorption a été trouvée limitée entre six et dix centièmes du volume initial; tandis que le premier échantillon a subi des absorptions successives, qui l'ont réduit au cinquième de son volume initial. Cette différence pourrait répondre à des conditions spéciales, que je n'ai pas encore réussi à définir, comme je le fais aujourd'hui pour la production de la fluorescence; mais elle s'expliquerait aussi par l'existence dans le premier échantillon d'une dose considérable d'azote, introduite par quelque accident, lors du remplissage et du scellement du tube qui m'a été ensuite envoyé. Je compte y revenir.

» Quoi qu'il en soit, voici les conditions de la fluorescence provoquée par l'effluve.

» J'opère avec le concours d'une forte bobine de Ruhmkorff, munie d'une bouteille de Leyde et d'un interrupteur Marcel Deprez, actionnée par une pile, ou par des accumulateurs; la longueur des étincelles que l'on peut provoquer entre les fils extérieurs étant de 10^{mm} à 12^{mm}. Dans plusieurs expériences, j'ai trouvé avantage à interrompre l'un de ces fils, de façon à déterminer un flux d'étincelles en avant du tube soumis à l'action de l'effluve; on réussit d'ailleurs, même avec une distance explosive extérieure sensiblement plus forte.

» Exposons d'abord le phénomène d'une manière générale, avant de donner les mesures relatives aux raies observées.

» Dans les conditions précédentes, au bout d'un temps variable entre un quart d'heure et quatre ou cinq heures, la décharge silencieuse devient peu à peu lumineuse, et le tube s'éclaire dans presque toute son étendue : d'abord d'une teinte violacée, avec une pluie de feu rougeâtre; puis la fluorescence prend un éclat de plus en plus vif et tourne graduellement à une nuance verte magnifique, visible en plein jour et à distance, mais plus brillante encore dans l'obscurité. Avec une longueur explosive plus grande, la lueur devient bleue.

» A ce moment, le phénomène se maintient pendant plusieurs heures. Si l'on arrête le courant, la lueur s'éteint aussitôt; en le rétablissant, elle reparaît de suite, si l'arrêt a été de courte durée; au bout de quelques minutes, s'il a été plus long; la lueur reparaissant à partir du point où la tension électrique est la plus grande. Cependant, au bout d'un certain nombre d'heures, surtout si l'on accroît l'intensité des décharges, la teinte verte finit par s'éteindre, en laissant seulement subsister une lueur laiteuse, non analysable au spectroscope. Tous ces phénomènes ont été reproduits à huit ou dix reprises, sur des tubes différents; ils se manifestent dans le gaz au voisinage de la pression atmosphérique : ce qui est très caractéristique.

» En dirigeant un spectroscope ordinaire sur le tube fluorescent, on voit apparaître une série de raies, très nettes et spécifiques, à savoir une raie jaune, une raie verte, la plus brillante de toutes, et deux raies violettes, moins visibles; la dernière surtout, qui ne se voit bien que dans l'obscurité. On entrevoit en outre diverses raies ou bandes dans la région violette, dans la région verte, et surtout dans la région rouge et orangée; mais je n'ai pas réussi à les définir suffisamment pour en parler davantage. Lors de mes essais avec le premier échantillon d'argon, on voyait aussi une belle raie rouge, analogue à celle de l'hydrogène, mais qui ne s'est pas reproduite avec le second échantillon. Les raies spécifiques que je viens de signaler apparaissent, dès que la fluorescence violette est suffisamment prononcée; elles sont très belles, sans être déplacées, avec la fluorescence verte ou bleue; mais elles deviennent invisibles, lorsque celle-ci a disparu.

» J'ai déterminé la position de ces raies à l'aide d'un spectroscope à un seul prisme, avec une dispersion malheureusement faible; les essais tentés avec un spectroscope à grande dispersion ayant fourni trop peu de lumière, dans ces conditions où l'on vise une large surface lumineuse, éclairée par une fluorescence flottante, et où le point du maximum d'éclairage se déplace continuellement, ce qui fatigue l'œil de l'observateur. Les divisions de l'échelle ont été repérées à l'aide des deux raies C et F de l'hydrogène, d'une raie du lithium, de la raie D du sodium, et d'une raie du thallium, projetées simultanément avec les raies que j'étudiais.

» On obtient ainsi plusieurs points bien définis, qui permettent d'établir par une courbe la relation entre la graduation de l'échelle et la longueur d'onde. C'est ainsi qu'avec l'aide de M. Mascart, j'ai évalué les nombres

suivants, qui doivent être regardés seulement comme approximatifs ; l'approximation étant comprise entre 0,005 et 0,003, suivant la partie de l'échelle envisagée.

» La raie jaune est très nettement séparée de la raie D, et plus rapprochée de la région verte, avec une valeur approchée de 0,579; au lieu de 0,5896 (D). Cependant, en opérant avec une intensité d'effluve convenable, cette raie est sillonnée de fines lignes noires d'absorption, qui indiquent la possibilité de la dédoubler.

» La raie verte est située vers 0,547. Elle est également sillonnée de lignes noires.

» La plus belle des raies violettes est vers 0,438 et la seconde vers 0,436.

» Aucune de ces raies ne coïncide avec celle de l'hélium (0,5875); ni tout à fait avec la raie principale de l'aurore boréale (0,557); quoique cette dernière raie paraisse attribuable à des manifestations fluorescentes analogues ou identiques, comme il sera dit plus loin.

» Elles répondent au contraire aux raies brillantes du spectre de l'argon raréfié, contenu dans le tube que M. Ramsay a remis à la Société de Physique de Paris. La raie jaune en effet peut être rapprochée du numéro 0,575 observé par M. Crookes et de la raie 0,578 de l'aurore boréale [1]; la raie verte répond au numéro 0,549, ou plutôt au groupe de M. Crookes compris entre 0,555 et 0,549. La raie 0,5557 de M. Crookes peut être d'ailleurs rapprochée de la raie principale de l'aurore boréale. Enfin les deux raies violettes correspondent aux numéros 0,433 et 0,430 de M. Crookes; elles répondent aussi à une raie importante de l'aurore boréale.

» L'apparition de ces raies par fluorescence, dès la pression atmosphérique, semblerait indiquer l'existence d'une combinaison hydrocarbonée de l'argon, de l'ordre de l'acétylène, ou plutôt de l'acide cyanhydrique, de même à l'état de dissociation électrique. On remarquera en outre leurs relations et, plus généralement, les relations que la fluorescence actuelle et les raies de l'argon présentent vis-à-vis de la fluorescence et des raies de l'aurore boréale et de la lumière zodiacale. »

---

(1) Angot, *Les aurores polaires*, p. 71; 1895.

MICROBIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude de la variabilité et du transformisme en microbiologie, à propos d'une nouvelle variété de bacille charbonneux* (Bacillus anthracis claviformis); par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **C. Phisalix**.

« J'ai fait connaître ([1]), dans deux études sur le transformisme en microbiologie pathogène, plusieurs variétés de *Bacillus anthracis* obtenues dans des conditions expérimentales nettement déterminées. Ces variétés, transformables les unes dans les autres, étaient toutes en possession de leur aptitude vaccinale, mais non de leur virulence qui, dans certaines, avait totalement disparu. Ainsi, ces variétés se différenciaient surtout par leurs propriétés physiologiques. Au point de vue morphologique, elles avaient, comme les vaccins charbonneux de M. Pasteur, conservé, sinon l'intégralité absolue des caractères de l'espèce, au moins tous ceux qui sont regardés comme fondamentaux : il était à peu près impossible de les distinguer les unes des autres par l'examen macroscopique ou microscopique des cultures en bouillon dans lesquelles ces variétés étaient propagées.

» Ce n'est pas qu'elles n'eussent subi aucune atteinte dans leur végétabilité : quand on y regarde de près, on finit souvent par découvrir, dans les cultures de microbes pathogènes atténués, quelque particularité évolutive ou morphologique. Mais il est toujours possible, par une sélection bien entendue des semences et quelques soins particuliers donnés aux cultures, de faire disparaître tout signe de dégénérescence morphologique.

» Il était logique de prévoir la possibilité d'obtenir un résultat inverse, c'est-à-dire la création de formes plus éloignées du type primitif. Mes races ultra-atténuées de *B. anthracis* résultant de l'action de l'oxygène comprimé se sont prêtées à l'obtention de ce résultat inverse. Elles y ont même si bien réussi qu'il est devenu impossible de reconnaître, morphologiquement, le *B. anthracis* dans les cultures de la race nouvelle dont l'histoire va être faite ci-après.

» Le *B. anthracis* d'où provient cette race nouvelle appartient à l'une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 554 et 597. *Archives de Médecine expérimentale*, t. I, p. 161 et 757.

de mes anciennes races fixées au degré de virulence qui respecte toujours la vie du cochon d'Inde, en tuant la souris adulte. Nous avons rencontré cette race nouvelle, pour la première fois, pendant une série d'études sur la destinée qui attend dans l'organisme les agents des cultures arrivées au susdit degré d'atténuation. On recherchait le bacille, au bout d'un temps plus ou moins long, après l'inoculation, dans les ganglions les plus voisins du point inoculé et dans les viscères, soit au moyen de l'examen direct, soit par la méthode des cultures en bouillon ensemencé avec une ou plusieurs parcelles des organes en question.

» Or, on est arrivé, dans ce dernier cas, à obtenir des cultures dont les caractères diffèrent extraordinairement de ceux des cultures originelles. Les bouillons présentent un trouble léger, nuageux, dans lequel appa-



raissent, au bout de quelques jours, de petits flocons, tandis que le bouillon s'éclaircit. Si l'on en examine une goutte au microscope, on constate que les caractères morphologiques du microbe sont absolument modifiés. Au lieu des longs filaments ordinaires dont le degré de réfringence permet de suivre nettement les ondulations et l'enchevêtrement, on ne trouve plus que des bacilles courts de $\frac{1}{2}$ à 2 μ, atténués dans toutes leurs dimensions, à extrémités coniques, presque invisibles sans coloration. Bientôt ces bacilles se réunissent en petits amas, se renflent à une de leurs extrémités pour former une spore ovulaire dont le diamètre dépasse considérablement celui du bâtonnet. Cette spore, très réfringente, résiste à une température de $+ 70°$; elle diffère des spores charbonneuses ordinaires par

son aptitude à fixer les matières colorantes. Pour rappeler la disposition particulière de cette spore terminale, qui donne l'aspect d'un clou au bacille, nous le désignerons sous le nom de *Bacillus anthracis claviformis*. La figure ci-jointe rend mieux que toute description la physionomie exacte de ce nouveau bacille.

» Il est certain que l'aspect de cette figure ne provoque nullement l'idée du *B. anthracis* et fait songer plutôt au bacille du tétanos; aussi ce n'est pas du premier coup que nous avons admis l'identité de notre nouvel agent avec le *B. anthracis*. Nous avons pensé d'abord qu'au lieu d'une filiation entre celui-ci et celui-là il pouvait y avoir eu substitution de toutes pièces d'un microbe à un autre. Mais une longue et patiente vérification, poursuivie pendant des années (c'est à 1890 que remontent nos premières observations), nous a bien forcés d'admettre que nous nous trouvions en présence d'une véritable transformation du *B. anthracis*. Du reste, la forme en clou ou en battant de cloche n'est pas précisément une nouveauté dans les cultures de ce bacille. J'en ai déjà, avant ou après d'autres, signalé la présence dans certaines cultures, d'ailleurs typiques, de *B. anthracis*. Seulement, il ne s'agissait alors que de quelques individus isolés, apparaissant tout à fait exceptionnellement au milieu de la foule des agents régulièrement conformés; on y attachait d'autant moins d'importance que cette forme atypique ne se reproduisait pas dans les cultures ultérieures.

» Nous avons soumis ce nouvel agent à une étude complète. Pour bien le faire connaître, le mieux est d'exposer, d'une manière résumée, nos premières expériences. Celles qui ont suivi, tout aussi intéressantes au moins, feront l'objet d'autres Communications.

» *Création de la race nouvelle par un premier passage dans un ganglion lymphatique.* — Une culture du 23 avril 1890, réalisant les conditions ci-devant indiquées, est inoculée le 5 juin à quatre cobayes, à la dose de deux gouttes, sous la peau de la cuisse droite. Un des sujets mourut accidentellement (tuberculose) le 8 juin; les trois autres survécurent. Le 1er juillet, les ganglions de l'aine, enlevés à deux de ces cobayes, servent à faire des cultures en bouillon. Au bout de quelques jours, le liquide des ballons présente un trouble léger, dû à des bacilles grêles, presque invisibles, sans coloration. Plus tard apparaissent de belles spores ovalaires, le plus souvent à l'extrémité des bâtonnets. Le troisième cobaye fut opéré le 26 juillet, et ses ganglions ensemencés donnèrent des cultures identiques aux précédentes.

» *Deuxième passage à travers un ganglion lymphatique.* — Les premières cultures furent inoculées à de nouveaux cobayes à dose massive (2^{cc}). Il n'en résulta

qu'une élévation de température assez marquée, mais fugitive. Les cultures du nouveau microbe n'avaient donc pas plus de toxicité que les cultures originelles. L'excision des ganglions, pratiquée comme dans le première série d'expériences, permit de faire des cultures de seconde génération qui donnèrent encore exclusivement les mêmes bacilles en clou.

» *Fixité des caractères morphologiques du* B. anthracis claviformis. — Ces secondes cultures, de même que les premières, furent propagées pendant un grand nombre de générations. Les nouveaux caractères morphologiques y restèrent fixes : loin de s'altérer, dans le cours des transmissions d'un bouillon à un autre, ces caractères spéciaux devinrent peut-être plus nets. C'est d'après une préparation faite avec une de ces cultures indéfiniment propagées que la figure a été exécutée.

» *Propriétés physiologiques de la race nouvelle.* — A. Dans les cultures où la fixité du nouveau bacille ne fait pas doute, la *virulence* est totalement absente. Non seulement le bacille en clou respecte la vie du cochon d'Inde, mais il ne tue pas la souris jeune : il est tout aussi inoffensif que le bacille A de mes cultures originelles. Toutefois, ces cultures ne sont pas dépourvues d'un certain degré de *toxicité,* car les doses massives déterminent souvent de l'élévation de la température.

» B. Si donc le bacille en clou se montrait privé de l'*aptitude vaccinale* ou *immunisante,* il ne serait plus rattaché par aucun lien, autre que l'origine, au *Bacillus anthracis :* il n'en aurait plus, en effet, ni les caractères morphologiques, ni les propriétés physiologiques. Aussi importait-il beaucoup de se renseigner avec la plus grande exactitude sur la question de savoir si notre nouvelle race peut ou non servir à immuniser les animaux contre le charbon.

» Nous avons fait, à ce sujet, quelques expériences sur le cobaye et le lapin : les résultats ont été négatifs; mais il n'y a pas à en tenir grand compte, parce que lesdites espèces ne se prêtent pas aussi bien que d'autres à une immunisation facile et sûre.

» Pour écarter toute incertitude, nous nous sommes adressés au mouton, espèce qui s'immunise facilement et sur laquelle il est toujours possible de constater avec une sûreté rare les effets de l'immunisation.

» Douze animaux ont été consacrés à l'expérience. On les a divisés en trois lots :

» *Premier lot, composé de trois sujets.* — C'est le lot témoin : deux des sujets servaient en même temps à une autre expérience dont il n'y a pas à parler dans le cas actuel.

» *Deuxième lot, composé de quatre sujets.* — Ils sont inoculés avec des cultures ganglionnaires de deuxième passage, toutes riches en bacilles grêles, à sporulation

simple et terminale. On répéta trois fois les inoculations préventives. Les quantités de culture employée figurent au Tableau ci-après.

» *Troisième lot, composé de quatre sujets.* — On les inocule avec les cultures de onzième génération du bacille obtenu après un seul passage dans la substance ganglionnaire. Le Tableau ci-dessous indique également les quantités employées pour les inoculations préventives, qui, dans ce cas encore, furent au nombre de trois.

Résultats de l'expérience.

Destination des lots.	Numéros des sujets.	Quantités de culture employées dans les inoculations préventives pratiquées aux dates ci-dessous. 26 avril.	4 mai.	14 mai.	Résultats de l'inoculation d'épreuve pratiquée le 22 mai à 10h du matin avec un virus fort exceptionnellement actif.	Durée de la survie.
		cc	cc	cc		
1er *lot :* Témoins.	n° 1......	»	»	»	Mort le 23 mai, à 9h30m du soir	35h ½
	n° 2......	»	»	»	Mort le 23 mai, à 7h du soir	33h
	n° 2(*bis*).	»	»	»	Mort le 23 mai, à 7h du soir	33h
2e *lot :* Culture ganglionnaire de 2e passage.	n° 3......	10	10	10	Trouvé mort le 24 mai, au matin	40h environ
	n° 4......	10	10	10	Mort le 25 mai, à 9h30m du matin	71h ½
	n° 5......	3	10	3	»	*Survie totale*
	n° 6......	5	5	5	Trouvé mort le 24 mai, au matin	40h environ
3e *lot :* Culture ganglionnaire de 1er passage.	n° 7......	10	10	10	Trouvé mort le 31 mai, au matin	Près de 9 jours
	n° 8......	10	10	10	»	*Survie totale*
	n° 9......	2,5	10	3	Mort le 26 mai, à 6h30m du soir	4 jours 7h ½
	n° 10......	2,5	10	3	Trouvé mort le 29 mai, au matin	Près de 7 jours

» Les détails de l'expérience ont été recueillis d'une manière complète, entre autres les oscillations de la température des sujets, à partir de la première inoculation immunisante. Mais ces détails n'ajouteraient rien à la signification des résultats généraux donnés par le Tableau.

» Cette signification n'est pas douteuse. La nouvelle race n'a plus le pouvoir immunisant si développé que possède le bacille originel; mais elle n'est pourtant pas entièrement privée d'aptitude vaccinale. Cette aptitude existe encore à un certain degré dans les deux séries de cultures, puisque dans chaque cas, après l'inoculation d'épreuve, il y a eu survie totale d'un sujet et que les animaux qui ont succombé ont été emportés moins rapidement que les témoins. Il convient d'ajouter que la conservation de cette aptitude vaccinale est moins accentuée dans les cultures de second passage

par le tissu ganglionnaire que dans les cultures de premier passage. En effet, la survie temporaire des sujets inoculés avec celles-ci a été beaucoup plus prolongée que celle des sujets inoculés avec celles-là.

» Donc, il faut conclure que notre nouveau bacille en clou, malgré la transformation si remarquable de ses caractères morphologiques, n'est pas sorti du domaine spécifique du *B. anthracis*. Peut-être même, si l'inoculation d'épreuve avait été pratiquée avec un virus fort moins exceptionnellement actif, aurait-on vu s'accentuer davantage les faits de survie définitive ou temporaire qui imposent le maintien, au moins provisoire, de ce bacille claviforme dans l'espèce *B. anthracis*. C'est ce qui serait presque sûrement arrivé avec les sujets du troisième lot. Quant à ceux du deuxième, ils étaient certainement beaucoup plus près que les autres d'une transformation radicale.

» *Tentatives de restitution des propriétés physiologiques disparues ou affaiblies dans le* B. anthracis claviformis. — Dans mes Notes antérieures, j'ai indiqué des procédés à l'aide desquels il est possible de rendre leur virulence aux races de bacilles devenus, sous l'influence de l'oxygène comprimé, absolument inoffensifs, mais doués encore à un très haut degré de la propriété immunisante. Ces procédés ont été appliqués, sans résultat, au bacille claviforme : jusqu'à présent, nous n'avons réussi ni à rendre à ce bacille la virulence dont il a été entièrement privé, ni à accroître la faible aptitude vaccinale qui lui reste. C'est au moins ce qui a été constaté avec les cultures en provenance d'un bacille originel suffisamment atténué, et qui étaient choisies parmi celles dont les caractères s'étaient montrés parfaitement fixes dans une longue suite de générations.

» Nous n'avons ni le droit ni le désir de présenter cet échec comme une démonstration ferme de la fixation absolue du nouveau bacille dans ses propriétés actuelles, négatives ou quasi négatives, ou même dans sa forme si caractéristique. Il est prudent de compter avec la rencontre éventuelle de conditions qui rendront possible la restauration des caractères primitifs du *B. anthracis*.

» *Conclusion.* — La diminution des aptitudes vaccinales est certainement une des modifications les plus importantes qu'on puisse imprimer au *B. anthracis*. Ce caractère, si marqué dans notre *B. anthracis claviformis*, met plus de distance entre la nouvelle race et les vaccins charbonneux dont elle descend qu'il n'en existe entre ceux-ci et le bacille le plus virulent : voilà un premier fait de haute signification. Si maintenant on con-

sidère, d'une part, que ce nouvel affaiblissement des propriétés physiologiques de l'espèce coïncide avec une variation particulière de la forme et des caractères évolutifs, d'autre part, qu'il a été impossible actuellement de revenir à la forme, l'aptitude immunisante et la virulence primitives, on se sent autorisé à voir dans la nouvelle race autre chose qu'une simple manifestation d'un polymorphisme banal; on est amené à penser qu'on est peut-être sur le chemin d'une véritable transformation spécifique fixe.

» Quoi qu'il en soit, les faits que nous apportons font franchir une étape nouvelle à la question de la variabilité du *B. anthracis*. Ce ne sera probablement pas la dernière. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les températures minima observées cet hiver au sommet du mont Blanc*. Note de M. **J. Janssen.**

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de quelques observations que j'avais préparées l'automne dernier, en vue d'obtenir les températures minima qui devaient se produire pendant l'hiver au sommet du mont Blanc et sur quelques sommets environnants.

» Les thermomètres employés, de construction très soignée, sont de la fabrication de M. Tonnelot. Pour mettre ces instruments en observation, j'ai fait construire à Chamonix de petites armoires, dont la porte ainsi que les parois du haut et du bas sont à jour et garnies de toile métallique. Ces thermomètres sont placés horizontalement dans l'armoire, sur des tasseaux qui les isolent du fond. L'armoire est, en outre, munie de joues en bois léger, qui préservent les thermomètres du rayonnement du Soleil levant ou couchant en été, quand le Soleil est dans l'hémisphère nord. La disposition nouvelle que présentent ces abris thermométriques consiste dans l'adjonction d'un appendice placé au-dessus de l'armoire, communiquant avec elle et formant cheminée d'appel chaque fois que celle-ci est frappée par les rayons solaires.

» Cette cheminée, quand elle est assez haute, a une très heureuse influence sur l'exactitude des observations. On constate en effet qu'elle détermine presque toujours des mouvements gazeux dans l'armoire, mouvements qui sont très propres à mettre les thermomètres en équilibre de température avec l'atmosphère ambiante. Sans doute, cette disposition n'est

pas aussi efficace que le mouvement de fronde imprimé au thermomètre à l'aide d'un cordon, mais elle s'en rapproche beaucoup.

» Je crois que cet appendice pourra être très utilement ajouté aux abris thermométriques quand ceux-ci doivent être appliqués à une paroi, comme c'est le cas au mont Blanc, où l'abri à air libre ne pourrait être employé à cause des tourmentes de neige.

» Avant de quitter Chamonix, j'avais fait placer un de ces appareils dans la vallée de Chamonix, au sommet du Brévent, au sommet du Buet, et j'avais préparé celui qui était destiné au sommet du mont Blanc.

» Quant à ce dernier sommet, les dispositions furent plus complètes. Elles visèrent non seulement les températures minima et maxima de l'air extérieur, pendant l'hiver 1894-1895, mais encore celles de l'intérieur de l'observatoire et celles de la neige à diverses profondeurs.

» Pour obtenir ces dernières températures, voici le moyen qui a été employé :

» Dans une planche épaisse, de $2^{m},50$ de longueur environ, on a pratiqué de petites chambres munies de tasseaux pour recevoir, dans la position horizontale, des thermomètres à minima et à maxima ; ces chambres sont fermées, en arrière et en avant, par des plaques de tôle vissées.

» La distribution de ces chambres dans la hauteur de la planche n'est pas arbitraire : elle doit être combinée de manière à donner les éléments de la courbe qui représente la pénétration du froid à travers la neige, et la dernière chambre doit se trouver placée assez profondément pour donner la limite de cette pénétration, c'est-à-dire atteindre la couche de température constante annuelle.

» Je n'ai pas encore reçu tous les résultats, et notamment ceux qui concernent la pénétration du froid dans la calotte neigeuse du sommet du mont Blanc. Voici ceux qui me sont parvenus : au mont Brévent, le minimum de l'hiver, relevé par MM. Payot et Bossonney, a été de $-26°$; au mont Buet, M. Charlet, qui avait bien voulu se charger de l'installation d'un abri du genre de celui que je viens de décrire, a trouvé $-33°$.

» Enfin MM. Payot et Bossonney viennent de me télégraphier qu'ils ont réussi l'ascension du mont Blanc et que le minima relevé a été trouvé de $-43°$.

» M. Gauthier, directeur de l'observatoire de Genève, qui avait bien voulu, à ma demande, s'informer des températures minima observées dans le Jura suisse, m'avait écrit que le froid y avait été rigoureux : en certains

points, on avait observé des températures atteignant trente et quelques degrés sous zéro.

» Pendant cette période de grands froids que nous venons de traverser, il est intéressant de voir que ces basses températures s'étendaient jusqu'aux plus hauts sommets. Il eût été désirable de connaître les époques où ces minima se sont successivement produits. Ce sont des résultats dont nous disposerons l'année prochaine, si le météorographe peut être installé cet été au sommet du mont Blanc.

» Je présente en même temps à l'Académie la photographie d'un équatorial de 12^p monté en sidérostat polaire, destiné également à l'observatoire du mont Blanc. L'optique de cet instrument nous a été offerte par MM. Henry frères; le mécanisme est de M. Gautier. Je donnerai ultérieurement la description de ce bel instrument. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation séculaire et éphémérides du magnétisme terrestre.* Note de M. le général **Alexis de Tillo.**

« Dans le but d'étudier la variation séculaire de la direction de l'aiguille aimantée, j'ai coordonné systématiquement les meilleures Cartes magnétiques, savoir : 21 Cartes isogoniques (1540, 1580, 1600, 1610, 1640, 1665, 1680, 1700, 1710, 1720, 1730, 1744, 1756, 1770, 1787, 1800, 1829, 1842, 1858, 1880, 1885) et 7 Cartes isocliniques (1600, 1700, 1780, 1829, 1842, 1880, 1885).

» Toutes ces Cartes ont été remplacées par des Tables contenant les valeurs de la déclinaison et de l'inclinaison pour 504 points, aux longitudes et aux latitudes de 10° à 10° à partir du méridien initial et de l'équateur. Au moyen de ces Tables, j'ai tracé des courbes de la variation séculaire de la déclinaison et de l'inclinaison, en les rectifiant d'après l'ensemble du système respectif. Par des interpolations et des extrapolations approximatives, j'ai déterminé les éléments pour les époques : 1550, 1600, 1650, 1700, 1750, 1800, 1850 et 1900. Mes résultats ont été consignés dans des Tableaux qui embrassent la surface du globe entre les latitudes 80° nord et 60° sud, naturellement avec des lacunes, surtout pour les premières époques. Afin de donner une idée de ces éphémérides, j'en communique ici deux extraits, premièrement pour l'Europe et en second lieu pour l'océan Atlantique au sud du golfe de Guinée. (Les déclinaisons occidentales et les inclinaisons boréales sont positives.)

Éphémérides magnétiques pour l'Europe.

Longitudes de Gr. est...		0°.		10°.		20°.		30°.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
60° nord...	1550	− 8°,0		−10°,0		−11°,5		− 8°,0	
	1600	− 6,5	+78°,0	− 6,0	+78°,0	− 4,5	+78°,0	− 1,5	+78°,5
	1650	+ 1,0	+77,3	+ 1,0	+76,9	+ 2,0	+76,5	+ 4,5	+76,6
	1700	+ 9,5	+76,6	+ 8,0	+75,7	+ 7,0	+75,0	+ 8,0	+74,4
	1750	+17,5	+75,6	+14,5	+74,6	+11,5	+73,6	+ 8,5	+72,7
	1800	+25,5	+74,4	+20,0	+73,2	+14,0	+72,1	+ 7,5	+71,1
	1850	+25,0	+72,6	+18,0	+71,8	+12,0	+71,0	+ 5,0	+70,6
	1900	+18,0	+72,0	+12,0	+71,1	+ 5,0	+70,5	− 0,5	+70,6
50° nord...	1500	− 9,5		−12,5		−10,0		− 7,0	
	1600	− 8,0		− 7,0		− 4,0		− 0,5	
	1650	− 1,5		± 0,0		+ 1,5		+ 4,5	
	1700	+ 7,0	+75,0	+ 7,5	−72,2	+ 8,0	+70,0	+ 8,5	+65,5
	1750	+16,0	+73,0	+15,0	+71,2	+12,5	+68,9	+10,0	+66,3
	1800	+24,5	+69,9	+19,5	+68,7	+15,0	+66,4	+ 9,5	+65,4
	1850	+22,0	+67,1	+17,0	+65,5	+12,0	+64,3	+ 6,5	+63,5
	1900	+16,0	+66,3	+11,5	+65,0	+ 6,0	+64,1	+ 1,5	+63,7
40° nord...	1550	− 6,0		− 7,0		− 6,0		− 4,0	
	1600	− 7,5		− 6,0		− 2,5		+ 1,0	
	1650	− 2,0		± 0,0		+ 2,0		+ 5,5	
	1700	+ 5,5	+68,0	+ 6,5	+65,0	+ 7,5	+62,5	+ 9,0	+57,5
	1750	+15,0	+67,0	+14,5	+64,0	+13,5	+61,1	+11,5	+57,5
	1800	+22,0	+64,0	+19,0	+61,9	+15,5	+58,5	+12,0	+55,9
	1850	+20,0	+53,4	+16,0	+57,3	+12,0	+55,8	+ 7,5	+53,8
	1900	+14,0	+57,5	+10,5	+56,0	+ 7,0	+54,6	+ 3,0	+53,9

Éphémérides magnétiques pour l'océan Atlantique
au sud du golfe de Guinée.

Longitudes de Gr.		10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
Équateur.....	1550	− 9°,0		− 6°,5		− 3°,5	
	1600	− 5,0		− 2,5		− 0,5	
	1650	− 1,5		+ 0,5		+ 3,0	
	1700	+ 2,5	+27°,0	+ 5,0	+23°,0	+ 7,5	+19°,0
	1750	+ 9,5	+24,9	+13,0	+19,5	+16,0	+12,8
	1800	+16,0	+20,7	+20,0	+13,5	+21,0	+ 4,4
	1850	+20,5	+ 7,3	+21,0	− 0,3	+20,5	− 8,3
	1900	+20,5	− 0,2	+17,0	−10,7	+13,5	−19,0

Longitudes de Gr.		10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
10° sud	1550	−12°,5		− 8°,5		− 5°,5	
	1600	− 7,5		− 5,0		− 2,0	
	1650	− 2,5		− 0,5		+ 2,0	
	1700	+ 2,0	+ 8°,0	+ 4,5	+ 5°,0	+ 7,5	± 0°,0
	1750	+ 8,5	+ 7,7	+12,5	+ 1,1	+16,0	− 4,2
	1800	+15,0	+ 1,3	+20,0	− 6,5	+22,5	−11,5
	1850	+21,5	− 7,4	+23,5	−17,9	+24,0	−29,9
	1900	+23,5	−16,5	+20,0	−26,4	+18,0	−33,7
20° sud	1550	−15,0		−11,0		− 7,0	
	1600	−10,0		− 6,5		− 3,0	
	1650	− 5,0		− 1,5		+ 2,0	
	1700	± 0,0	− 9,0	+ 4,0	−12,0	+ 7,5	−20,0
	1750	+ 7,0	−10,9	+12,0	−13,7	+16,0	−21,1
	1800	+13,5	−14,8	+18,5	−20,6	+23,0	−26,6
	1850	+21,5	−22,6	+25,0	−31,5	+26,5	−38,9
	1900	+26,5	−29,6	+24,5	−37,8	+22,5	−44,9

» A l'aide de ces éphémérides, j'ai combiné les déclinaisons avec les inclinaisons pour dresser des courbes de la marche séculaire de la direction de l'aiguille aimantée, aux 504 points choisis. L'ensemble du phénomène séculaire est représenté par des courbes irrégulières, qui forment des 8 ou, en traits généraux, des lemniscates à boucles de différentes grandeurs. Le sens de la marche dépend de la partie de la courbe. Les périodes sont encore difficiles à déterminer.

» Toutes les courbes peuvent être réunies en un système avec des irrégularités locales. L'essentiel consiste en ce que la variation séculaire de la direction de l'aiguille aimantée présente quelques traits qui sont aussi propres à la variation diurne et annuelle.

» Cette investigation n'est qu'une tentative; toutefois, au moyen du système général des courbes construites d'après la méthode indiquée, on parvient à évaluer, quoique grossièrement, pour certaines régions, la position de l'aiguille aimantée pour l'époque 1950. Voici les éléments approximatifs pour l'Europe et l'océan Atlantique au sud du golfe de Guinée.

Éléments approximatifs du magnétisme terrestre pour l'époque 1950.

Europe.

Longitudes est de Gr.	0°.		10°.		20°.		30°.	
Latitudes nord.	D.	I.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
60°	+8°	+71°	+4°	+70°	−3°	+71°	−7°	+71°
50	+8	+65	+5	+65	−1	+64	−4	+64
40	+8	+55	+4	+56	+1	+54	−2	+56

Océan Atlantique au sud du golfe de Guinée.

Longitudes de Gr..........	10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
Équateur	+20°	− 9°	+ 9°	−18°	+ 3°	−25°
10° sud	+23	−25	+11	−32	+10	−37
20° »	+29	−36	+18	−42	+15	−49

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'azote assimilable et sur ses transformations dans la terre arable.* Note de M. **Pagnoul.**

« Ces expériences ont été entreprises dans le but de rechercher directement l'azote assimilable dans le sol, les transformations qu'il subit et les pertes qu'il éprouve par entraînement dans le sous-sol.

» Elles ont été faites dans des cases carrées, limitées par des lames de zinc, contenant chacune 60^{kg} de terres mêlées d'engrais divers et reposant toutes sur le même sous-sol. Ces cases étaient les unes ouvertes à l'air libre, les autres abritées contre les eaux de pluie. Toutes ont été maintenues sans culture pendant la durée des expériences faites en 1894.

» Des échantillons d'une soixantaine de grammes étaient prélevés à l'aide d'une sonde dans toute la profondeur de $0^{m},30$ des cases, et 40^{gr} étaient soumis à un lavage dans une quantité constante d'eau distillée. On déterminait, dans la dissolution, l'azote sous ses trois états nitrique, nitreux et ammoniacal, en ayant recours le plus souvent aux méthodes colorimétriques, qui seules permettaient de n'opérer que sur de petites quantités de terre, et, par suite, de multiplier les essais. Les résultats obtenus ont d'ailleurs été contrôlés à plusieurs reprises à l'aide des méthodes ordinaires. Voici quelques-uns de ces résultats.

» Trois cases, dont les unes avaient reçu des légumineuses enfouies et, le 10 janvier, 300^{gr} de tourteaux, ont été maintenues, la première ouverte à l'air libre, les deux autres abritées. Jusqu'au 28 mai les pluies avaient été peu abondantes, les proportions d'azote nitrique s'accroissent dans les trois cases et y sont, à cette date, de 30^{mgr}, 83^{mgr} et 33^{mgr} pour 100^{gr} de terre. Mais du 28 mai au 26 juin, après de fortes pluies dont le total s'élève à 98^{mm}, la proportion d'azote nitrique de la parcelle découverte descend à 1,2 et reste jusqu'en octobre à peine supérieure à ce chiffre. Dans les deux cases abritées, au contraire, elle continue à s'accroître et atteint même, dans l'une, 156^{mgr} pour 100^{gr} de terre le 11 septembre.

» Jusqu'à la fin d'avril, les proportions d'azote ammoniacal et d'azote nitreux sont notables dans les trois cases et atteignent jusqu'à 10^{mgr} et 11^{mgr} pour 100 de terre. A partir de mai, elles deviennent très faibles, aussi bien

dans les cases abritées que dans la case ouverte. Il semble donc que l'azote organique se soit d'abord transformé en azote ammoniacal, puis en azote nitrique, en passant, comme l'a déjà admis M. Müntz, par la forme nitreuse, qui serait un état transitoire et instable de l'azote pour passer de la première forme à la dernière.

» La richesse de la terre mise en expérience était, à la fin de l'hiver 1892, en azote total de 140^{mgr}. Le 11 septembre 1894, un échantillon de 100^{gr}, prélevé dans l'une des cases abritées, a été soumis à un lavage complet qui lui a enlevé 156^{mgr} d'azote nitrique, et cette terre ainsi épuisée contenait encore 144^{mgr} d'azote organique. Donc, déduction faite de l'azote introduit à l'état de tourteaux, elle s'était enrichie de 135^{mgr} dans le cours des deux années. La case découverte n'avait pu bénéficier de cet accroissement de richesse qui avait été entraîné à l'état de nitrate.

» Deux cases ont reçu à plusieurs reprises de fortes doses, l'une d'azote ammoniacal, l'autre d'azote nitrique. Dans la première on retrouve, après quelques jours, l'azote ammoniacal, puis l'azote nitreux et l'azote nitrique dont la presque totalité disparaît ensuite sous l'influence des pluies. Dans la seconde, l'azote nitrique, que l'on retrouve d'abord, disparaît aussi rapidement, mais cette case ne fournit plus que des traces à peine appréciables d'azote nitreux.

» Une case qui n'avait reçu aucun engrais ne donne que des quantités d'azote nitrique inférieures à 5 dans la première période, des quantités presque nulles à partir du 6 juin; l'azote ammoniacal et l'azote nitreux sont représentés par des chiffres inférieurs à 1.

» La case voisine avait reçu une forte dose de sang desséché; elle donne d'abord des quantités d'azote nitrique qui s'élèvent à plus de 40^{mgr}; le 13 août le chiffre trouvé n'est plus que 1,4. La case est alors abritée et, le 1er septembre, on retrouve déjà plus de 4.

» Dans le but de rechercher l'influence de la végétation comme obstacle à ces déperditions d'azote, six pots en grès imperméable, disposés sous forme d'entonnoirs cylindriques pour recevoir l'eau qui s'en écoulait, ont reçu chacun 6^{kg} à 7^{kg} d'une même terre.

» Celle des vases pairs a été laissée nue, celle des vases impairs a été semée en gazon dont plusieurs coupes ont été faites. En octobre, le gazon était devenu chétif, mais les racines devaient avoir acquis un grand développement. Ces terres ont été lavées jusqu'à ce que l'on ait obtenu un demi-litre au-dessous des vases à terre nue et un demi-litre au-dessous des terres gazonnées. L'azote nitrique entraîné a été :

	mgr
Dans l'eau de lavage des 3 pots à terre nue........	190,00
Dans celle des terres gazonnées................	0,15

» L'azote abandonné par les terres nues était donc entièrement retenu par les terres gazonnées, soit que la plante ait pu emmagasiner dans ses

racines l'azote assimilable à mesure qu'il se formait, soit que la présence seule du gazon qui recouvrait le sol ait pu arrêter la fermentation nitrique. On comprend donc l'enrichissement si rapide en azote des terres gazonnées; elles fixent l'azote qu'elles reçoivent soit des engrais, soit directement de l'atmosphère et le soustraient ainsi à l'action des eaux pluviales comme le ferait une terre abritée. . . . . . .

» M. Aimé Girard ayant signalé ce fait intéressant, qu'une dose massive de sulfure de carbone, suffisante pour tuer les plantes, donnait lieu pour la récolte suivante à un accroissement considérable de rendement, plusieurs expériences ont été entreprises pour rechercher quelle pouvait être l'influence du sulfure de carbone sur les transformations de l'azote organique en azote assimilable. Nous ne citerons que l'une d'elles, les autres ayant donné des résultats semblables.

» Trois pots ont reçu, le 16 août, 2^{kg} de terre, additionnés, dans chacun des deux derniers, de 40^{gr} de tourteaux et, dans le second seulement, de 10^{cc} de sulfure de carbone. Dans le premier, qui n'a pas reçu d'engrais, l'azote nitrique présente peu de variations et ne dépasse pas 3^{mgr} pour 100. Dans le troisième, il dépasse déjà 8, le 3 septembre et atteint près de 26 à la fin du mois. Dans la terre sulfurée, l'azote nitrique reste presque nul jusqu'au 29 septembre, mais la nitrification reprend alors son activité et, le 16 octobre, la proportion d'azote nitrique se trouve élevée à près de 17.

» Le sulfure de carbone n'avait donc pas tué le ferment nitrique, il n'avait fait que paralyser et ralentir son action.

» Les résultats de cette expérience conduisent encore à une autre observation. Dans la terre sulfurée, la nitrification ne commence à se manifester que le 29 septembre et ne devient très active que le 19 octobre, mais l'azote nitrique se trouve remplacé jusque-là par de l'azote ammoniacal dont la progression croissante atteint, le 16, le chiffre exceptionnel de 27^{mgr}, pour décroître ensuite lorsque la nitrification se réveille.

» Cette série d'expériences, faites dans le cours de l'année dernière, nous paraît donc conduire aux conclusions suivantes :

» 1° Les pluies, lorsqu'elles sont abondantes, peuvent donner lieu, sur les terres riches, à un entraînement considérable d'azote nitrique;

» 2° Les plantes qui recouvrent le sol peuvent empêcher cette déperdition, comme l'a déjà établi M. Dehérain;

» 3° Le sulfure de carbone, sans tuer le ferment nitrique, arrête momentanément son action;

» 4° La forme ammoniacale paraît être un état transitoire que prend l'azote organique pour passer à la forme nitrique et le sulfure de carbone

ne fait que l'arrêter momentanément dans cette période de sa transformation;

» 5° La forme nitreuse serait aussi un état transitoire et instable de l'azote passant de la forme organique à la forme nitrique. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les produits de combustion de l'arc électrique.* Note de M. N. Gréhant.

« Il y a longtemps que je me suis proposé de rechercher quels sont les gaz qui se dégagent des charbons maintenus incandescents par l'arc électrique; j'ai réussi à réaliser des expériences dont j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» Le dispositif qui m'a servi est très simple : autour d'une lampe électrique, dont les charbons donnent une lumière très vive et constante, j'ai fait disposer une caisse de bois de petites dimensions, ayant 43^{cm} de longueur, 29^{cm} de largeur, 60^{cm} de hauteur, et une capacité de 75 litres; deux ajutages métalliques ont été fixés sur deux parois opposées, l'un à 2^{cm}, l'autre à 32^{cm} du fond de la boîte, qui était fermée à peu près complètement par un couvercle traversé par le corps cylindrique de la lampe électrique.

» J'ai fait trois expériences, qui ont consisté à faire respirer par un chien, pendant une demi-heure seulement, les gaz résultant de la combustion des charbons mélangés avec l'air extérieur aspiré par les mouvements respiratoires à travers des soupapes hydrauliques; l'inspiration avait lieu dans la caisse, l'expiration au dehors.

» *Expérience I.* — 42^{cc} de sang artériel normal, pris dans l'artère carotide, ont donné au grisoumètre une réduction égale à 1,3 division (gaz combustible du sang); l'arc électrique ayant été établi d'abord pendant une demi-heure et l'animal ayant respiré ensuite pendant une autre demi-heure dans la caisse, 42^{cc} de sang de la carotide ont donné au grisoumètre une réduction de 13,7 divisions; en retranchant 1,3, il reste 12,4 qui ne peuvent provenir que de l'oxyde de carbone dégagé par la combustion. En appliquant la loi d'absorption que j'ai fait connaître, on trouve $\frac{1}{1400}$ pour la proportion de ce gaz renfermé dans l'air que l'animal a respiré.

» *Expérience II.* — L'arc électrique a été établi en même temps qu'un autre animal a respiré les produits de la combustion; alors l'oxyde de carbone n'avait pas pu s'accumuler dans la caisse et la proportion de ce gaz trouvée par l'analyse physiologique et grisoumétrique a été $\frac{1}{3000}$.

» L'acide carbonique a été dosé par l'eau de baryte, à l'aide d'un tube en T placé entre le foyer électrique et la soupape d'inspiration; j'ai trouvé $\frac{1}{57}$ d'acide carbonique, proportion 53 fois plus forte que celle de l'oxyde de carbone.

» *Expérience III.* — J'ai employé un autre animal de la même espèce et j'ai trouvé que le mélange d'air entraîné par la respiration avec les gaz résultant de la combustion des charbons renfermait $\frac{1}{2500}$ d'oxyde de carbone et $\frac{1}{62}$ d'acide carbonique, ou 40 fois plus de ce dernier gaz.

» Il est donc certain que les charbons de l'arc électrique dégagent de l'oxyde de carbone en petite quantité : si l'éclairage a lieu dans des salles qui sont de faibles dimensions, comme certaines salles contenant des machines productrices d'électricité, le dégagement du gaz toxique dans l'air confiné peut contribuer à produire, chez les ouvriers, les maladies souvent très graves qui ont été constatées. On doit donc conseiller l'établissement d'une ventilation énergique, qui entraînerait au dehors tous les produits de la combustion. »

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une question concernant les points singuliers des courbes gauches algébriques.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. C. Jordan.

« On sait que deux surfaces algébriques d'ordre n et n' se coupent suivant une courbe gauche, C, d'ordre nn', dont le rang est, en général, $nn'(n+n'-2)$. En supposant que les deux surfaces possèdent, en un même point O de l'espace, des *singularités quelconques* $[\sigma]$ et $[\sigma']$, quel est l'abaissement que le point O produit dans le rang $nn'(n+n'-2)$ de la courbe C?

» Pour résoudre cette question, nous introduirons certains lieux géométriques, relatifs à deux surfaces algébriques, F et F', d'ordres n et $n'(\leqq n)$, et dont la notion nous sera utile plus tard pour traiter d'autres problèmes.

» Soient P un point fixé arbitrairement dans l'espace; K un cône *quelconque*, d'ordre $n-n'$, ayant son sommet en P. Le lieu des points de contact des droites menées par le point P tangentiellement aux surfaces du faisceau (F, F'.K) (déterminé par les deux surfaces d'ordre n : F et F'.K) est une surface d'ordre $2n-1$, qui se décompose en le cône K et en une surface résiduelle, φ_P, d'ordre $2n-1-(n-n')=n+n'-1$.

» La surface φ_P, relative aux deux surfaces données F et F' et correspondante au point P, est indépendante du cône auxiliaire K et elle jouit

de différentes propriétés : 1° la surface φ_P passe simplement par la courbe C, intersection complète de F et de F′, ainsi que par les deux courbes de contact des cônes de sommet P circonscrits aux surfaces F et F′; 2° le cône de sommet P, circonscrit à la surface φ_P, se décompose en le cône de sommet P passant par la courbe C et en un cône résiduel, d'ordre $(n+n'-1)(n+n'-2)-nn'$, qui est irréductible, en général, pour $n \neq n'$; 3° pour $n'=n$, la surface φ_P (d'ordre $2n-1$), relative au faisceau d'ordre n (F, F′) et correspondante au point P, passe par P, et elle a en ce point le même plan tangent que la surface du faisceau, qui est déterminée par P; 4° pour $n'=0$, la surface φ_P (d'ordre $n-1$) coïncide avec la *première polaire* du point P par rapport à la surface F; etc.

» Soient E une droite fixée arbitrairement dans l'espace; P et Q deux points arbitraires de la droite E; Π un groupe *quelconque* de $n-n'$ plans menés par cette droite. Les surfaces φ_P et φ_Q, relatives au faisceau (F, F′.Π) et correspondantes aux points P et Q, se coupent, en dehors de la courbe C, suivant une courbe résiduelle A_E, d'ordre $(n+n'-1)^2-nn'$, qui est le lieu des points de contact des plans menés par E tangentiellement aux surfaces du faisceau (F, F′.Π).

» La courbe gauche A_E, relative aux deux surfaces données F et F′, et correspondante à la droite E, est indépendante des $n-n'$ plans Π, et elle jouit, entre autres, des propriétés suivantes : 1° La courbe A_E passe simplement par les points de contact des plans tangents menés par E aux surfaces F et F′; 2° elle rencontre la courbe C en des points (variables avec E), qui sont les points de contact des plans tangents menés par E à cette courbe C; 3° pour $n'=n$, la courbe A_E [d'ordre $(n-1)(3n-1)$], relative au faisceau d'ordre n : (F, F′) et correspondante à la droite E, rencontre la droite E en $2(n-1)$ points; 4° pour $n'=0$, la courbe A_E [d'ordre $(n-1)^2$] coïncide avec la *polaire* de la droite E par rapport à la surface F, savoir : le lieu des points dont les plans polaires passent par E; etc.

» Cela posé, supposons que les surfaces F et F′ possèdent, en un seul et même point O de l'espace, des singularités quelconques [σ] et [σ']. Pour déterminer l'abaissement, γ, que le point O produit dans le rang de la courbe C, désignons par c (par c') l'abaissement produit par la singularité [σ] (par la singularité [σ']) dans la classe de la surface F (de la surface F′); et par i (par i') le nombre des intersections confondues en O d'une courbe gauche A_E (générique) avec la surface F (avec la surface F′).

» Puisque les intersections de A_E avec F (avec F′), en dehors de O, sont, ou des points de contact de plans menés par E et tangents à F (à F′),

ou bien des points de contact de plans menés par E et tangents à la courbe C, il s'ensuit que, d'après les hypothèses, l'expression du rang de la courbe C conduit à l'une ou l'autre des relations suivantes :

$$nn'(n+n'-2)-\gamma = n\,[(n+n'-1)^2-nn']-i-[n\,(n-1)^2-c],$$
$$nn'(n+n'-2)-\gamma = n'[(n+n'-1)^2-nn']-i'-[n'(n'-1)^2-c'];$$

desquelles on déduit

$$\gamma = i-c = i'-c'.$$

» On peut donc énoncer la proposition suivante :

» Théorème I. — *Si deux surfaces algébriques* F *et* F′ *possèdent, en un même point* O *de l'espace, des singularités* QUELCONQUES $[\sigma]$ *et* $[\sigma']$, *l'abaissement produit par le point* O *dans le rang de la courbe gauche, intersection complète des deux surfaces, est égal au nombre des intersections confondues en* O *de la surface* F (*de la surface* F′) *avec une courbe gauche* A_E (*générique*), *diminué de l'abaissement que la singularité* $[\sigma]$ (*que la singularité* $[\sigma']$) *produit dans la classe de la surface* F (*de la surface* F′).

» *Exemple.* — Les singularités $[\sigma]$ et $[\sigma']$ sont des points multiples ordinaires, respectivement d'ordres r et r' $(\leqq r)$, tels que les deux cônes tangents en O (généraux) soient tout à fait indépendants entre eux. Dans ce cas, on trouve facilement que la courbe générique A_E passe par le point O avec $r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1$ branches, dont aucune, en général, n'est tangente en O à la surface F ou à la surface F′. D'autre part, le point O diminue de $r(r-1)^2$ unités la classe de F, et de $r'(r'-1)^2$ unités la classe de F′. On a donc

$$i = r\,[r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1], \qquad c = r\,(r-1)^2,$$
$$i' = r'[r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1], \qquad c' = r'(r'-1)^2,$$

et conséquemment $\gamma = i-c = i'-c' = rr'(r+r'-2)$. En particulier, pour $n'=1$, $r'=1$, on retrouve l'abaissement $r(r-1)$ produit par un point (r)-ple ordinaire dans la classe d'une courbe plane.

» D'une manière tout à fait analogue, on parvient aussi à l'énoncé suivant :

» Théorème II. — *Si deux surfaces algébriques* F *et* F′ *possèdent, en un même point* O *de l'espace, des singularités* QUELCONQUES $[\sigma]$ *et* $[\sigma']$, *l'abaissement produit par le point* O *dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener à la courbe gauche, intersection complète de* F *et* F′, *par une droite issue de* O, *est égal au nombre des intersections confondues en* O *de la surface* F

(de la surface F′*) avec une courbe gauche* A_E *correspondante à une droite* E *passant par* O, *diminué de l'abaissement produit par le point* O *dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener à la surface* F *(à la surface* F′*) par une droite issue de* O. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sommation des séries à l'aide des intégrales définies.* Note de M. **Petrovitch**, présentée par M. Hermite.

« *Première formule.* — Soit $f(x)$ une fonction développable en série de Fourier

$$f(x) = \sum_0^\infty (a_m \sin mx + b_m \cos mx)$$

pour $0 < x < 2\pi$, et posons

$$\varphi(x, r) = \sum_0^\infty (a_m \sin mx + b_m \cos mx) r^m,$$

où la partie réelle de r est comprise entre -1 et $+1$.

» Envisageons la transcendante

$$C(x, a) = -\sum_{n=1}^{n=\infty} [\cot a(n+x) + i]$$

définie par M. Appell ([1]), holomorphe pour toute valeur de x à l'exception de celles qui rendent infinie une des cotangentes et jouant le rôle de l'élément simple pour les fonctions méromorphes doublement périodiques. Posons

$$\Phi(z, \beta) = C[(-z+\beta), \tfrac{1}{2}] - C[(-z-\beta), \tfrac{1}{2}],$$

où β est une quantité imaginaire avec le coefficient de $\sqrt{-1}$ positif, et envisageons l'intégrale définie

$$J = \int_0^{2\pi} f(z)\, \Phi(z, \beta)\, dz. \tag{1}$$

» *Je dis que l'on aura*

$$J = 4\pi i \sum_{n=1}^{n=\infty} \varphi(n, e^{\beta i}). \tag{2}$$

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXXVI, p. 953-956; 1878.

» En effet, on a

$$\Phi(z, \beta) = \sum_1^\infty \cot \tfrac{1}{2}(n - z - \beta) - \sum_1^\infty \cot \tfrac{1}{2}(n - z + \beta)$$

$$= \sum_1^\infty \frac{2i(1 - e^{2\beta i})}{1 - 2e^{\beta i}\cos(n - z) + e^{2\beta i}}$$

et, par conséquent,

$$J = 2i \sum_{n=1}^{n=\infty} \psi(n),$$

où

(3) $$\psi(n) = \int_0^{2\pi} \frac{(1 - e^{2\beta i}) f(z)\, dz}{1 - 2e^{\beta i}\cos(n - z) + e^{2\beta i}}.$$

Or le coefficient de i dans β étant positif, la partie réelle de $e^{\beta i}$ est plus petite que l'unité; l'intégrale $\psi(n)$ est donc une intégrale de Poisson ayant pour valeur

$$\psi(n) = 2\pi\varphi(n, e^{\beta i}),$$

d'où la formule (2).

» Cette formule subsiste encore pour $\beta = 0$, d'après ce qu'on sait sur l'intégrale de Poisson (Picard, *Analyse*, t. I), de sorte que l'on aura

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} f(n) = \lim \frac{1}{4\pi i} \int_0^{2\pi} f(z)\, \Phi(z, \beta)\, dz, \qquad \text{pour } \beta = 0.$$

» Ainsi, par exemple, la limite de l'intégrale définie

$$J = \int_0^{2\pi} R(\sin xz, \cos xz)\, \Phi(z, \beta)\, dz,$$

pour $\beta = 0$, où R est rationnel en $\sin xz$ et $\cos xz$ (lorsque cette limite existe, ce que l'on saura reconnaître), s'exprime linéairement par des fonctions telles que

$$C(a_i, x), \qquad \frac{d}{da_i} C(a_i, x), \qquad \frac{d^2}{da_i^2} C(a_i, x), \qquad \ldots,$$

et des fonctions telles que

$$\frac{e^{2k_i x\sqrt{-1}}}{1 - e^{2k_i x\sqrt{-1}}},$$

où les a_i sont certaines constantes et les k_i des entiers; on s'en assure par la décomposition de R en éléments simples, d'après la méthode de M. Hermite.

» En se rappelant que

$$D \log \theta_1 (ax) = C(-x, a) - C(x-1, a) - \sqrt{-1}$$

(les valeurs ω et ω' qui correspondent à $D \log \theta_1$ sont $\omega = \pi$ et $\omega' = a$), on trouve facilement les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doit satisfaire R, pour que cette limite soit une fonction méromorphe et doublement périodique de x. Inversement, toute fonction méromorphe doublement périodique peut être représentée par une intégrale définie de la forme précédente.

» *Deuxième formule.* — Soit $F(x)$ une fonction satisfaisant aux conditions de Dirichlet et pouvant être écrite sous la forme

$$F = F_1 - F_2,$$

où F_1 et F_2 sont deux fonctions ayant une même limite commune, finie et déterminée, lorsque x croît indéfiniment par des valeurs réelles croissantes jusqu'à $+\infty$ et décroissantes jusqu'à $-\infty$.

» On sait alors qu'en posant

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(z) e^{qiz} \, dz = \theta(q),$$

on aura

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \theta(q) e^{qix} \, dq = F(x).$$

» Ceci étant, envisageons les séries (supposées convergentes)

$$J_1 = \sum_{n=0}^{n=\infty} F(n) e^{\lambda n}, \qquad J_2 = \sum_{n=1}^{n=\infty} F(n) e^{\lambda n},$$

λ dépendant de n et ayant sa partie réelle négative. En posant

$$\theta(q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(z) e^{qiz} \, dz,$$

on aura

$$J_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\theta(q)}{1 - e^{\lambda + qi}} \, dq,$$

$$J_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\theta(q) e^{\lambda + qi} \, dq}{1 - e^{\lambda + qi}},$$

formules qui permettent assez souvent d'exprimer des transcendantes nouvelles sous forme d'intégrale définie portant sur des fonctions simples. »

ALGÈBRE. — *Sur les types de groupes de substitutions dont l'ordre égale le degré.* Note de M. R. LEVAVASSEUR, présentée par M. Picard.

« On sait l'importance qu'il y a à trouver tous les types de groupes Ω dont l'ordre égale le degré. M. Netto (*Substitution en théorie*, § 89, 90, 123) a indiqué les types d'ordres p, p^2, pq, p et q étant des nombres premiers différents ($p > q$).

» J'ai cherché tous les types correspondant aux ordres p^3, p^2q, pq^2, pqr; p, q et r étant trois nombres premiers différents, tels qu'on ait $p > q > r$. Voici les résultats en omettant de mentionner les groupes cycliques.

» Soit d'abord $R = p^3$ (p premier impair).

» Un type G_2 sera engendré par les substitutions $S = \prod_h^p{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp^2})$ et $T = \prod_k^{p^2}{}_1 (x_{1,k} x_{2,k} \ldots x_{p,k})$; il contient $p^2(p-1)$ substitutions d'ordre p^2, $p^2 - 1$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type, G_3, sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_h^{p^2}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_h^p{}_1 \prod_k^p{}_1 (x_{1+(h-1)p,k}\, x_{2+(h-1)p,k} \ldots x_{hp,k}),$$

$$U = \prod_h^p{}_1 \prod_k^p{}_1 (x_{h,k}\, x_{h+p,k} \ldots x_{h+(p-1)p,k}).$$

» Il contient $p^3 - 1$ substitutions d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = p^2 q$; un type G_2 sera engendré par les substitutions $S = \prod_h^q{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,p^2})$ et $T = \prod_k^{p^2}{}_1 (x_{1,k}\, x_{2,1+(k-1)a}\, x_{3,1+(k-1)a^2} \ldots x_{q,1+(k-1)a^{q-1}})$, où a est une racine de la congruence $a^q \equiv 1 \pmod{p^2}$, ce qui exige que q divise $(p-1)$.

» Si a n'est pas congru à $1 \pmod p$, G_2 contient $p^2(q-1)$ substitutions d'ordre q, $p(p-1)$ d'ordre p^2, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod p$, G_2 contient $p(p-1)q-1)$ substitutions d'ordre pq, $p(q-1)$ d'ordre q, $p(p-1)$ d'ordre p^2, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h}^{pq}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_{h}^{q}{}_1 \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{1+(h-1)p,k} x_{2+(h-1)p,k} \ldots x_{hp,k}),$$

$$U = \prod_{h}^{p}{}_1 \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{hk} x_{h+p,k} \ldots x_{h+(q-1)p,k}).$$

» Il contient $(p^2-1)(q-1)$ substitutions d'ordre pq, p^2-1 substitutions d'ordre p, $(q-1)$ substitutions d'ordre q, et la substitution identique.

» Un autre type G_4 n'existe que si q est un diviseur de $(p-1)$; il est engendré par les deux substitutions S et T du groupe précédent G_3, auxquelles il faut adjoindre la substitution

$$V = \prod_{h}^{p}{}_1 \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{hk} x_{h+p,1+(k-1)a} x_{h+2p,1+(k-1)a^2} \ldots x_{h+(q-1)p,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

avec $a^q \equiv 1 \pmod{p}$.

» Ce groupe G_4 contient $p(p-1)(q-1)$ substitutions d'ordre pq, $p(q-1)$ d'ordre q, (p^2-1) d'ordre p, et la substitution identique.

» Un dernier type G_5 n'existe que si q est un diviseur de $(p-1)$; il sera engendré par les substitutions S et T du groupe G_3, auxquelles il faut adjoindre la substitution

$$W = \prod_{h}^{p}{}_1 \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{hk} x_{1+(h-1)b+p,1+(k-1)a} x_{1+(h-1)b^2+2p,1+(k-1)a^2} \ldots x_{1+(h-1)b^{q-1}+(q-1)p,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

avec $a^q \equiv 1 \pmod{p}$; $b^q \equiv 1 \pmod{p}$. Les expressions $1+(h-1)b^\alpha$ sont prises suivant le module p.

» Ce groupe G_4 contient $p^2(q-1)$ substitutions d'ordre q, (p^2-1) d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = pq^2 (p > q)$; un type G_2, qui n'existe que si q est un diviseur de $p-1$, est engendré par les deux substitutions

$$S = \prod_{h}^{q^2}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad U = \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{1,k} x_{2,1+(k-1)a} x_{3,1+(k-1)a^2} \ldots x_{q^2,1+(k-1)a^{q^2-1}}),$$

avec $a^{q^2} \equiv 1 \pmod{p}$.

» Si l'on a $a^q \equiv 1 \pmod{q}$, en même temps que $a^{q^2} \equiv 1 \pmod{p}$, le groupe G_2 contient $pq(q-1)$ substitutions d'ordre q^2, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Mais si a^q n'est pas congru à $1 \pmod{p}$, on aura $pq(q-1)$ substitutions d'ordre q^2, $p(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 sera engendré par les trois substitutions

$$S = \prod_h^{pq}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_h^{q}{}_1 \prod_k^{p}{}_1 (x_{1+(h-1)q,k}\, x_{2+(h-1)q,k} \ldots x_{hq,k}),$$

$$U = \prod_h^{q}{}_1 \prod_k^{q}{}_1 (x_{h,k}\, x_{h+q,k} \ldots x_{h+(p-1)q,k}).$$

» Il contient $(q^2-1)(p-1)$ substitutions d'ordre pq, (q^2-1) d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = pqr\ (p > q > r)$; un type G_2, qui n'existe que si r divise $(p-1)$ et $(q-1)$, sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_h^{r}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,pq}), \qquad T = \prod_k^{pq}{}_1 (x_{1,k}\, x_{2,1+(k-1)a} \ldots x_{r,1+(k-1)a^{r-1}}),$$

où l'on a $a^r \equiv 1 \pmod{pq}$.

» Si $(a-1)$ n'est divisible ni par p, ni par q, notre groupe G_2 contiendra $pq(r-1)$ substitutions d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod{p}$, G_2 contient $(p-1)q(r-1)$ substitutions d'ordre pr, $q(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod{q}$, G_2 contient $(q-1)p(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 exige que q soit un diviseur de $p-1$. Il est engendré par les trois substitutions

$$S = \prod_h^{qr}{}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_h^{r}{}_1 \prod_k^{p}{}_1 (x_{1+(h-1)q,k}\, x_{2+(h-1)q,1+(k-1)a} \ldots x_{hq,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

$$U = \prod_k^{p}{}_1 \prod_h^{q}{}_1 (x_{hk}\, x_{h+q,k} \ldots x_{h+(r-1)q,k}).$$

» Il contient $p(q-1)(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)(r-1)$ d'ordre pr, $(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un quatrième type G_4 exige que q et r soient simultanément des divi-

seurs de $(p-1)$. Il est engendré par les substitutions $S = \prod_{h}^{qr}{}_1 (x_{h1}x_{h2}\ldots x_{hp})$ et $T = \prod_{k}^{p}{}_1 (x_{1,k}x_{2,1+(k-1)a}x_{3,1+(k-1)a^2}\ldots x_{qr,1+(k-1)a^{qr-1}})$ avec $a^{qr}\equiv 1 \pmod p$, a^q non congru à 1 (mod$p$), a^r non congru à 1 (mod$p$).

» Il contient $p(q-1)(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(q-1)$ d'ordre q, $p(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du système des équations différentielles*. Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Prenons le cas général où le système donné

$$(1)\qquad dx_{m+s} = X_{s,1}\,dx_1 + X_{s,2}\,dx_2 + \ldots + X_{s,m}\,dx_m \qquad (s=1,2,\ldots,n-m), \qquad (n\geqq 5, m\geqq 3)$$

ne renferme plus que deux variables indépendantes, c'est-à-dire équivaut au système

$$(2)\qquad dx_{s+2} = A_{s,1}\,dx_1 + A_{s,2}\,dx_2 \qquad (s=1,2,\ldots,n-2),$$

dans lequel les coefficients satisfont aux conditions d'intégrabilité

$$(3)\qquad \frac{\partial A_{r,1}}{\partial x_2} - \frac{\partial A_{r,2}}{\partial x_1} + \sum_{t=1}^{t=n-2}\left(A_{t,2}\frac{\partial A_{r,1}}{\partial x_{t+2}} - A_{t,1}\frac{\partial A_{r,2}}{\partial x_{t+2}}\right) = 0 \qquad (r=1,2,\ldots,n-2).$$

Entre les coefficients des systèmes (1) et (2), il est facile de trouver les liaisons suivantes :

$$X_{r,1} + X_{r,3}A_{1,1} + X_{r,4}A_{2,1} + \ldots + X_{r,m}A_{m-2,1} = A_{r+m-2,1},$$
$$X_{r,2} + X_{r,3}A_{1,2} + X_{r,4}A_{2,2} + \ldots + X_{r,m}A_{m-2,2} = A_{r+m-2,2}$$
$$(r=1,2,\ldots,n-m).$$

Si nous mettons les valeurs mentionnées ci-dessus $A_{r+m-2,1}$, $A_{r+m-2,2}$ dans les équations (3), nous obtiendrons, après les avoir simplifiées,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &(X_{s,1})_2 - (X_{s,2})_1 + \sum_{k=1}^{k=m-2} A_{k,2}[(X_{s,1})_{k+2} - (X_{s,k+2})_1] \\ &\qquad - \sum_{k=1}^{k=m-2} A_{k,1}[(X_{s,2})_{k+2} - (X_{s,k+2})_2] \\ &\qquad + \sum_{i,k}(A_{i,2}A_{k,1} - A_{i,1}A_{k,2})[(X_{s,k+2})_{i+2} - (X_{s,i+2})_{k+2}] = 0 \\ &\qquad (s=1,2,\ldots,n-m), \end{aligned}\right.$$

où la dernière somme $\sum_{i,k}$ se rapporte à toutes les combinaisons deux à deux des indices 1, 2, ..., $m-2$; ainsi le symbole $(\ )_j$ désigne

$$(\ )_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-m} X_{r,j} \frac{\partial}{\partial x_{r+n-m}}.$$

Il est évident que dans le système des équations (4) les coefficients correspondants doivent être proportionnels entre eux,

$$\frac{(X_{i,1})_2 - (X_{i,2})_1}{(X_{p,1})_2 - (X_{p,2})_1} = \frac{(X_{i,1})_3 - (X_{i,3})_1}{(X_{p,1})_3 - (X_{p,3})_1} = \ldots = \frac{(X_{i,k})_l - (X_{i,l})_k}{(X_{p,k})_l - (X_{p,l})_k} = \ldots$$
$$= \frac{(X_{i,m-1})_m - (X_{i,m})_{m-1}}{(X_{p,m-1})_m - (X_{p,m})_{m-1}} \qquad (i, p = 1, 2, \ldots, n-m).$$

» Telles sont les conditions d'intégrabilité pour le système (1), dans le cas où entre les variables x_i il y a deux variables indépendantes et toutes les autres sont variables dépendantes. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la règle de Rondelet sur les bois, et les pièces chargées debout.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Pour une pièce pressée par ses abouts, Rondelet a donné la règle empirique suivante : le rapport de la longueur à la moindre dimension transversale étant l'un des nombres

12, 24, 36, 48, 60, 72,

la limite extrême de la charge qu'une pièce de chêne ou de sapin peut supporter sans fléchir latéralement est respectivement, en kilogrammes par centimètre carré,

350, 210, 140, 70, 35, $17\frac{1}{2}$,

en réduisant ces nombres en septième de leur valeur pour la limite pratique, ce qui donne les nombres

50, 30, 20, 10, 5, $2\frac{1}{2}$;

quant au nombre 420 (60) qui correspond au rapport 1, c'est un nombre qui ne peut pas figurer dans ce Tableau, parce que l'écrasement se fait jusqu'au rapport 5 sans flexion latérale.

» En désignant par N la charge totale en kilogrammes et par s l'aire de la section transversale en centimètres carrés, M. L.-A. Barré [1] a réduit

[1] L.-A. Barré, *Éléments de charpenterie métallique*; 1870.

cette règle en la formule suivante

$$(1) \qquad \frac{N}{s} = \frac{420}{0{,}93 + 0{,}00185\left(\frac{a}{c}\right)^2},$$

où a est la longueur de la pièce, et c le plus petit côté de la section transversale.

» La formule demi-empirique de Rankine (Planat) pour les bois [1] est aussi

$$(2) \qquad \frac{N}{s} = \frac{70}{1 + 0{,}0096\left(\frac{a}{c}\right)^2}.$$

» Nous verrons, par le Tableau suivant, que la formule (2) donne des résultats très différents de ceux de la règle de Rondelet.

» Quant à la formule (1), elle donne des nombres assez satisfaisants pour les valeurs de $\frac{a}{c}$ comprises entre 12 et 40, mais il en est autrement pour les valeurs entre 40 et 72.

» A cause de cela, nous avons cherché une formule donnant des nombres concordants à ceux de la règle de Rondelet et nous avons trouvé la formule très simple

$$(3) \qquad \frac{N}{s} = -55200\left(\frac{c}{a}\right)^2 + 10150\,\frac{c}{a} - 113{,}4.$$

» En comparant les résultats de ces trois formules, nous avons formé le Tableau suivant :

	$\frac{N}{7s}$.					$\frac{N}{7s}$.			
$\frac{a}{c}$.	Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.	$\frac{a}{c}$.	Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.
12...	50	59	50	50	44...	13,3	7,1	12,7	»
14...	46	48	47	»	46...	12,4	6,6	11,6	»
16...	42,7	40	43,6	»	48...	11,5	6	10,6	10
18...	39,2	34	40	»	50...	10,8	5,6	9,7	»
20...	36	27	36,6	»	52...	10,1	5,2	8,8	»
22...	32,8	25	33,4	»	54...	9,5	4,8	8	»
24...	30	21,4	30,5	30	56...	8,9	4,6	7,1	»
26...	27,5	19	27,9	»	58...	8,4	4,2	6,5	»
28...	25,2	16,4	25,5	»	60...	7,9	3,9	5,7	5

[1] *Aide-Mémoire*, édit. française de la Soc. de l'ingénieur La Hütte; par Ph. Huguenin.

$\frac{a}{c}$.	$\frac{N}{7s}$. Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.
30 ...	23,1	14,5	23,4	»
32 ...	21,2	13	21,4	»
34 ...	19,5	11,6	19,6	»
36 ...	18	10,4	18	20
38 ...	16,6	9,4	16,5	»
40 ...	15,4	8,5	15,1	»
42 ...	14,3	7,8	13,8	»

$\frac{a}{c}$.	$\frac{N}{7s}$. Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.
62 ...	7,4	3,7	5,1	»
64 ...	7	3,4	4,3	»
66 ...	6,7	3,2	4	»
68 ...	6,3	3,1	3,4	»
70 ...	6	2,9	2,7	»
72 ...	5,7	2,7	2,4	2,5

» De ce Tableau résulte que notre formule (3) concorde parfaitement avec la règle de Rondelet.

» Si l'on mène deux axes de coordonnées rectangulaires, et si l'on prend l'axe des abscisses pour axe des rapports $\frac{c}{a}$, et l'axe des ordonnées pour axe des limites $\frac{N}{s}$, l'équation (3) représente une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des ordonnées et se dirige en sens contraire. Pour le sommet de cette parabole, on aura $\frac{c}{a} = 0{,}09$; d'où $\frac{a}{c} = 11{,}1$, et $\frac{N}{s} = 353$.

» La formule (3) est donc applicable de 11 à plus de 72. Et l'on voit que cette formule donne une limite inférieure 11, qu'il faut prendre comme le rapport limite au-dessus duquel commence à se produire la flexion. La limite théorique est 14 [1].

» La formule parabolique peut s'appliquer aussi bien à la fonte et au fer qu'aux bois. Ainsi, par exemple, pour un poteau carré de fer, la formule de Rankine est la suivante

$$\frac{N}{s} = \frac{750}{1 + 0{,}0012\left(\frac{a}{c}\right)^2},$$

et cette formule peut se remplacer, sans erreurs sensibles, par la formule parabolique

$$\frac{N}{s} = -96000\left(\frac{a}{c}\right)^2 + 17400\frac{a}{c} - 113,$$

entre les limites assez étendues pour $\frac{a}{c}$ et de 10 à 10

» Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

» 1° La règle de Rondelet pour les bois se réduit en la formule parabolique (3);

---

(1) Voir la *Résistance des matériaux* de M. Bresse.

» La courbe des charges limites pour les bois, fer et fonte, entre des limites assez étendues du rapport de la longueur de la pièce au plus petit côté de la section transversale, se rapproche beaucoup et peut au besoin se remplacer par un *arc* d'une parabole *unique*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déperdition électrique par l'illumination de corps médiocrement conducteurs*. Note de M. **Édouard Branly**.

« L'étude de la déperdition électrique par l'éclairement n'a été faite que pour les métaux; l'observation des conducteurs de conductibilité médiocre, tels que le bois, le marbre, le verre chauffé, conduit à quelques résultats intéressants.

» Le mode d'observation est resté le même que celui de mes premières recherches. Le conducteur était un disque circulaire vertical, de 15^{cm} de diamètre, soutenu par la tige coudée d'un électroscope à manchon isolant de soufre; la charge avait lieu par l'un des pôles d'une pile de 500 volts dont l'autre pôle était relié au sol; un microscope à oculaire micrométrique servait à suivre avec précision la chute de la feuille d'or.

» I. Illumination par un corps chauffé au rouge sombre. — D'après mes recherches antérieures (*Comptes rendus,* 4 avril et 27 juin 1892), un disque métallique électrisé négativement se décharge rapidement en face d'un cylindre de laiton porté au rouge (le cylindre remplaçant la cheminée de verre d'un fort bec de gaz); la décharge est très lente si le disque est positif; devant un cylindre de laiton, recouvert de litharge en poudre portée au rouge, un disque de métal électrisé se décharge rapidement s'il est positif, et très lentement s'il est négatif. Un disque de bois poli ou non poli, ou de bois verni se comporte exactement comme le métal. Une plaque de verre poli, chauffée à 100° environ (par le rayonnement d'un bec de gaz) et devenue ainsi conductrice, éprouve les mêmes déperditions que le bois et le métal.

» En résumé, c'est à la surface du corps incandescent que se rapporte le rôle principal; la nature du conducteur illuminé paraît être sans effet.

» II. Illumination par des rayons très réfrangibles. — Ici la déperdition du corps illuminé dépend de la nature de sa surface.

» La source éclairante a été quelquefois un arc voltaïque jaillissant entre deux charbons à âme d'aluminium; ce fut, le plus souvent, l'étincelle d'un condensateur placé en dérivation sur le circuit induit d'une bobine d'induction.

» Dans ce dernier cas, pour avoir des effets continus, l'interruption avait lieu par les vibrations d'une forte barre d'acier solidement encastrée dans un bloc de laiton et attirée par un électro-aimant que traversait le courant inducteur. Trois bobines d'induction, de dimensions moyennes, réunies en série par leurs fils primaires, étaient associées en quantité par leurs fils secondaires; leur courant induit chargeait une grosse jarre dont les décharges rapides éclataient entre deux pointes d'aluminium dans une boîte métallique. La lumière sortait par une ouverture de 15^{mm} de diamètre que fermait une mince lame de quartz pour éviter les effets perturbateurs des gaz de la source. La boîte métallique était en communication parfaite avec le sol et aucune influence électrique n'avait lieu sur le disque au moment des décharges.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° *Déperdition négative plus rapide.* — Un disque de bois poli ou non poli : chêne, hêtre, noyer, buis, etc., un disque de marbre poli ou non poli offrent une déperdition très nette pour les deux électricités; si le disque est négatif, la déperdition est plus rapide que s'il est positif, mais la différence est beaucoup moins accusée qu'avec des disques métalliques et surtout des disques métalliques polis. Le carton, la terre cuite, le verre chauffé à 100° se comportent comme le bois et le marbre.

» 2° *Déperdition positive plus rapide.* — La déperdition positive est rapide, tandis que la négative est faible pour le bois verni ou frotté avec de l'huile ou ciré avec de la paraffine ou enduit d'une très légère couche de suif. Des plateaux métalliques suifés ne donnent aussi qu'une déperdition insensible s'ils sont négatifs, mais leur perte positive est très vive.

» 3° *Confirmation du rôle de la nature de la surface.* — Avec un plateau de bois poli, la déperdition négative est supérieure à la positive, mais la différence est peu accentuée; si on le recouvre par frottement d'une couche extrêmement mince de plombagine, la déperdition négative devient immédiatement beaucoup plus forte que la positive; nous avons vu plus haut que c'est l'inverse s'il est ciré avec de la paraffine.

» Un plateau métallique suifé ne donne lieu qu'à une déperdition négative insensible, tandis que la perte positive est rapide; si l'on vient à répandre sur le suif à travers un tamis une couche de cuivre porphyrisé, la perte négative l'emporte de beaucoup; si au lieu de cuivre porphyrisé, on verse de l'aluminium pulvérisé, les déperditions positive et négative deviennent presque égales.

» 4° *Ralentissement de la déperdition par l'accroissement de résistance du quartz et de l'air.* — L'ouverture pratiquée dans la boîte à étincelles, en face du conducteur éclairé, étant fermée par une lame de quartz, cette lame ainsi que l'air qui la sépare du disque est traversée par l'électricité qui

s'échappe et leur ensemble offre une conductibilité décroissante ([1]). Par suite, des mesures faites à des intervalles de temps égaux montrent une déperdition de plus en plus lente. En recouvrant la face du quartz qui regarde le disque d'une toile métallique à fils assez fins pour n'arrêter que peu de lumière, cette toile sert de passage à l'électricité perdue et le décroissement de la déperdition se trouve presque annulé. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle méthode pour la mesure des temperatures.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« La mesure des hautes températures est l'un des problèmes les plus difficiles et les plus imparfaitement résolus de la Physique expérimentale. Parmi les diverses méthodes que l'on a proposées il n'en est qu'une seule qui soit directe, c'est celle qui est fondée sur la dilatation des gaz (thermomètre à gaz). Les autres méthodes, fondées sur les propriétés des solides ou des liquides, bien que d'un emploi plus facile, ne fournissent que des résultats indirects et ne peuvent être employées avec rigueur que par interpolation.

» C'est qu'en effet les gaz obéissent à des lois relativement simples, et l'accroissement de température les rapproche de l'état gazeux parfait. Les solides obéissent à des lois plus complexes et sont profondément modifiés par les hautes températures.

» On voit donc la supériorité théorique des méthodes fondées sur les propriétés des gaz. Encore, la seule méthode de ce genre actuellement usitée (thermomètre à gaz) s'appuie accessoirement sur les propriétés des solides, puisqu'elle nécessite la connaissance de la dilatation de l'enveloppe thermométrique.

([1]) La diminution progressive de la conductibilité des isolants solides, tels que le quartz, est bien connue; on peut aussi la démontrer pour l'air.

Ayant formé un condensateur à plateaux horizontaux distants d'environ $0^{mm},5$, le plateau supérieur est relié au sol et le plateau inférieur à l'un des pôles d'une pile de 300 éléments. Le plateau inférieur, porté par la tige d'un électroscope, se décharge dès qu'on supprime la communication avec la pile, mais, si l'on répète l'expérience, la décharge se ralentit et finit par devenir extrêmement lente.

On peut opérer avec un galvanomètre. Avec des plateaux de $0^{m},20$ de diamètre et un écartement de $0^{mm},5$, le condensateur est intercalé dans le circuit de la pile de 300 éléments en même temps qu'un galvanomètre sensible; on voit le courant de passage à travers la lame d'air diminuer progressivement.

» J'ai cherché une méthode fondée uniquement sur les propriétés des gaz et indépendante de la forme et des dimensions de l'enveloppe qui les renferme. La mesure des indices de réfraction fournit la base d'une telle méthode.

» En effet, les physiciens modernes ont reconnu que la réfraction $n-1$ d'un gaz varie exactement comme sa densité, soit que l'on modifie cette densité par un changement de pression (expériences faites sur les gaz permanents et sur les gaz facilement liquéfiables par M. Mascart entre 0 et 8^{atm}, par MM. Chappuis et Rivière jusqu'à 19^{atm}), soit qu'on la modifie par un changement de température (expériences de M. R. Benoît sur l'air entre 0° et 80°, de MM. Chappuis et Rivière sur le cyanogène entre 0° et 35°).

» En rapprochant ces deux séries d'expériences, on conclut *qu'à une densité donnée d'un gaz correspond toujours un même indice,* la température et la pression pouvant être différentes. Cette relation est indépendante de la forme même de la fonction qui lie l'indice et la densité. Tel est le principe de la méthode nouvelle.

» Au moyen d'un appareil interférentiel, on décompose un faisceau lumineux en deux parties qui traversent deux tubes remplis d'un même gaz. On note la position initiale des franges.

» On porte l'un des tubes à la température qu'il s'agit de mesurer, sa pression restant égale à la pression atmosphérique. La densité du gaz diminuant, les franges se déplacent. On diminue alors la pression dans le second tube jusqu'à ce que les franges soient revenues à leur position primitive. Supposons, pour simplifier le raisonnement, que la longueur des deux tubes, à ce moment, soit la même. Les franges étant revenues au zéro, la densité du gaz est la même dans les deux tubes. Or on connaît la pression et, par suite, la densité du gaz dans le tube froid. On connaît donc la densité du gaz chaud et l'on en déduit sa température. La description précédente est celle du *thermomètre interférentiel à gaz à pression constante.* On peut réaliser un *thermomètre interférentiel à gaz à densité constante*, en ramenant les franges non par diminution de la pression dans le second tube (tube froid), mais par augmentation de la pression dans le premier tube (tube chaud). Dans ce cas le second, tube devient inutile et peut être supprimé.

» La réalisation de cet appareil présente plusieurs difficultés. Tout d'abord on ne saurait, comme on fait dans les mesures d'indices, opérer en lumière homogène et compter le nombre de franges déplacées, les variations de température ne se laissant pas régler à volonté comme les variations de pression. Il convient d'opérer en lumière blanche, en prenant pour repère la frange centrale. L'inconvénient ordinaire résultant de la dispersion est sans influence ici.

» La principale difficulté consiste à séparer suffisamment les rayons interférents pour qu'ils puissent traverser des milieux portés à des températures très différentes. J'y suis arrivé par l'emploi combiné des miroirs de Jamin et des parallélépipèdes de Fresnel.

» Un faisceau de lumière parallèle tombe sur une lame épaisse de Jamin qui le divise en deux. Un parallélépipède de Fresnel (1) réfléchit totalement l'un des rayons

---

(1) M. Mascart, qui a signalé l'emploi de ces parallélépipèdes pour obtenir des

et le renvoie parallèlement à sa direction primitive, après l'avoir déplacé d'une quantité égale à sa longueur. L'écartement des deux rayons était de 92^{mm} dans mes expériences. Un second parallélépipède rétablit la distance primitive des deux rayons un peu en avant de la seconde lame épaisse.

» Sur le trajet du premier rayon est placé un tube relié à une machine pneumatique et à un manomètre.

» Sur le trajet du second est un tube, dont la partie centrale est entourée d'un manchon, où circulent des vapeurs à diverses températures et dont les deux extrémités sont refroidies par des courants d'eau.

» Entre la partie centrale chaude à température fixe et les extrémités refroidies à température fixe également, s'étendent deux régions à température variable.

» On les élimine, par *compensation,* en faisant deux mesures successives avec deux tubes ne différant que par la longueur de la région centrale et en prenant la différence des résultats.

» Je me propose simplement aujourd'hui de justifier le principe et de montrer la rigueur de la méthode nouvelle par des expériences faites entre 0° et 200°.

» J'ai fait trois séries d'expériences, sous des pressions comprises entre 740^{mm} et 763^{mm}, avec les vapeurs d'alcool, d'eau et d'aniline.

» Voici quelques-uns des nombres obtenus :

Alcool.			Eau.			Aniline.		
	Température			Température			Température	
Pression.	observée.	calculée.	Pression.	observée.	calculée.	Pression.	observée.	calculée.
741,50	77,69	77,64	740,10	99,20	99,26	746,48	183,62	183,54
748,15	77,74	77,86	752,80	99,63	99,74	756,85	183,74	184,07
762,94	78,47	78,36	755,64	99,96	99,84	760,91	184,50	184,28
			761,04	100,01	100,04			

» Les températures d'ébullition théoriques ont été calculées par les formules suivantes, qui se rapportent au thermomètre à air :

$$\text{Alcool}: 78,26 + \frac{H - 760}{29,7}, \qquad \text{Eau}: 100 + \frac{H - 760}{27,25}, \qquad \text{Aniline}: 184,23 + \frac{H - 760}{19,6}.$$

» En résumé, la nouvelle méthode permet de prendre la température d'un milieu par le simple examen d'un rayon lumineux qui l'a traversé. Elle est fondée sur les propriétés des gaz. Elle est indépendante de la nature de l'enveloppe thermométrique et même de sa forme et de sa

faisceaux interférents très écartés en lumière homogène, a bien voulu me prêter ceux qu'il possède. Pour obtenir des interférences en lumière blanche, j'ai dû les faire retailler par M. Jobin, qui a parfaitement réussi cette délicate opération.

dimension, car il suffit de fixer les points d'entrée et de sortie du rayon lumineux sans placer ni tube ni appareil quelconque au sein même de la masse gazeuse dont on veut déterminer la température : elle permet par là d'opérer sur les gaz contenus dans l'intérieur des hauts fourneaux, du four électrique, etc.

» Ces qualités la recommandent particulièrement pour l'évaluation des hautes températures. C'est de ce côté que je me propose maintenant de diriger mes efforts [1].

CHIMIE. — *Sur la présence de l'hélium dans la clévéite.* Lettre de M. **P.-F. Clève** à M. Berthelot.

« Upsala, le 8 avril 1895.

» Nous avons, au laboratoire de l'Université d'Upsala, examiné le gaz de la clévéite, et je juge convenable de vous communiquer les résultats.

» Le minéral avait été trouvé en Norwège à Carlshuus. Un de mes élèves, M. Langlet, a chauffé un mélange du minéral avec du bisulfate de potasse, dans un tube à combustion. Le gaz, après le passage sur cuivre au rouge, a été recueilli sur une solution concentrée de potasse.

» Le spectre du gaz ne présente pas de lignes de l'argon, ce qu'on a pu vérifier à l'aide d'un tube à argon que j'ai reçu de M. Ramsay.

» Les raies sont, d'après les mesures de M. Thalén, les suivantes :

Longueurs d'onde.	Atlas.	Intensités.
l 6677	Angström.	Demi-forte.
l 5875,9	Mesure micrométrique [2].	Forte.
l 5048	Rowland. Tableaux photographiques.	Demi-forte.
l 5016	Rowland. Tableaux photographiques.	Forte.
l 4922	Rowland. Tableaux photographiques.	Demi-forte.
l 4713,5	Angström.	Plus faible.

» La présence de l'hélium dans une substance terrestre est donc constatée. »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) Interpolation au moyen du Tableau des longueurs d'onde par Rowland (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXVI, p. 69). Il paraît probable que cette ligne forte de l'hélium est accompagnée de chaque côté par deux lignes très faibles.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons définies des alliages métalliques.* Note de M. H. **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'existence de combinaisons définies dans les alliages métalliques est admise aujourd'hui sans contestation par tous les chimistes, et pourtant il n'y a pas un seul traité de Chimie où l'on indique les combinaisons semblables des alliages usuels, tels que le bronze et le laiton. Il existe cependant peu de combinaisons des métaux, parmi toutes celles que l'on étudie, qui présentent un aussi grand intérêt, tant au point de vue scientifique qu'au point pratique. La raison de cette abstention est facile à concevoir, si l'on se reporte aux Mémoires originaux des savants qui se sont occupés de cette étude; ceux-ci ont, en effet, exclusivement utilisé des déterminations des propriétés physiques dont l'interprétation prête à un large arbitraire et conduit, par suite, souvent à des conclusions contradictoires. Un si grand nombre de combinaisons différentes ont été indiquées, qu'il est assez prudent de les envisager toutes avec un égal scepticisme.

» Mais il est possible d'isoler les combinaisons définies des alliages, par des méthodes purement chimiques, qui ne demandent aucune interprétation des faits observés. Je me propose de donner, dans cette Note, quelques applications de cette méthode aux plus importants des alliages de cuivre.

» *Étain-cuivre*, $SnCu^3$.— En fondant du cuivre avec un excès d'étain et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique concentré et froid, on isole des lamelles cristallines blanches, tout à fait inattaquables à l'acide. Leur composition varie un peu suivant le mode de préparation, par suite de la présence d'étain restant emprisonné entre les lamelles et échappant ainsi à l'action de l'acide. On obtient les meilleurs résultats en partant d'un alliage riche en étain, deux parties d'étain pour une de cuivre par exemple, et soumettant les lamelles à une seconde attaque à l'acide chlorhydrique, après les avoir finement broyées au mortier d'agate. La composition du résidu cristallin ainsi obtenu est, à très peu de chose près, celle qui répond à la formule $SnCu^3$.

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
59	61,8

» Cette combinaison $SnCu^3$ est une de celles qui avaient été indiquées antérieurement par Calvert, Matthiessen, Riche, Roberts Austen, Lodge et Laurie, comme résultant d'expériences relatives à certaines propriétés physiques : densité, conductibilité électrique, force électromotrice, liquation, etc. Par contre, les combinaisons $SnCu^2$ et $SnCu^4$, indiquées également par certains de ces savants, semblent ne pas avoir

d'existence réelle, et résulter seulement d'une fausse interprétation de certaines données expérimentales.

» *Zinc-cuivre*, Zn^2Cu. — En fondant du cuivre avec un excès de zinc et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique très dilué, on voit se séparer d'abord des aiguilles cristallines blanches, qui prennent bientôt une couleur bronzée et finissent par s'attaquer complètement en laissant un résidu de cuivre pulvérulent. On peut les isoler à peu près inaltérées, en immergeant le culot métallique obtenu par fusion à poids égaux de cuivre et de zinc dans une pâte de chlorure de plomb, et laissant l'attaque se poursuivre pendant une huitaine de jours. En enlevant la masse de plomb, spongieux produit, on retrouve le culot inaltéré en apparence; en fait, le zinc libre s'est dissous : il reste un agrégat poreux de petits cristaux, dont la composition répond à la formule Zn^2Cu.

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
33,2	32,9

» Cette formule est celle à laquelle était arrivé Laurie par les mesures des forces électromotrices.

» *Aluminium-cuivre*, Al.Cu. — En fondant du cuivre avec un excès d'aluminium et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique ou de la potasse très dilués, on isole des cristaux d'abord blancs, qui prennent bientôt une couleur bronzée par suite de leur attaque superficielle. Les résultats ont été les meilleurs avec la potasse; ils ont conduit à attribuer à l'alliage défini la composition Al.Cu :

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
71,3	69,7

» Il n'avait pas été fait jusqu'ici de recherches sur les combinaisons définies de cuivre et d'aluminium.

» *Chrome-zinc*. — En cherchant à préparer du chrome par une méthode indiquée autrefois par Wöhler, qui consiste à fondre du zinc avec un mélange de chlorures alcalins et de sesquichlorure de chrome, j'ai obtenu des lamelles hexagonales parfaitement cristallisées, d'un alliage de chrome et zinc renfermant 7 pour 100 de chrome métallique. Pour les isoler du zinc en excès, on peut employer l'acide chlorhydrique très dilué, qui les attaque moins rapidement que le zinc et permet d'en recueillir une petite quantité; mais le rendement est beaucoup plus élevé en employant la pâte de chlorure de plomb. Il faut, dans ce cas, envelopper le culot dans une feuille de papier-filtre, pour retrouver les cristaux qui sont complètement séparés et se perdraient, sans cela, dans la masse du plomb spongieux.

» On pourrait certainement isoler ainsi, dans tous les cas, les combinaisons définies des alliages métalliques, à condition de les produire en présence d'un excès du métal le plus attaquable et d'attaquer le culot métallique par un réactif approprié, dont la nature peut être déterminée

a priori par des mesures de force électromotrice faites par la méthode de Laurie.

» Ces combinaisons métalliques sont dures et cassantes, comme les phosphures, les sulfures, les carbures; elles ne participent en rien à la malléabilité des métaux constituants. C'est ce fait qui donne l'explication de la dureté des alliages que l'on obtient en réunissant des métaux aussi mous que le cuivre, d'une part, et l'étain, le zinc, l'aluminium, de l'autre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes aliphatiques* $C^nH^{2n}O$.
Note de M. **Louis Henry**.

« Le caractère *aldéhyde* est attaché à l'existence, dans les molécules carbonées, du composant $-C\Big\langle{}^{O}_{H}$.

» Dans la série des aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n+1}-C\Big\langle{}^{O}_{H}$, ce composant, 29 en poids, représente une fraction du poids total de la molécule d'autant plus considérable que celui-ci est moins élevé.

Aldéhyde.	Poids moléculaire.	$C\Big\langle{}^{O}_{H}$ pour 100.	Différence.
$H-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	30	96,66	
			30,76
$H^3C-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	44	65,90	
			15,90
$H^5C^2-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	58	50,00	
			9,73
$H^7C^3-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	72	40,27	
			6,55
$H^9C^4-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	86	33,72	
			4,72
$H^{11}C^5-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	100	29,00	
			3,57
$H^{13}C^6-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	114	25,43	
....	...	.....	.....
$H^5C^6-C\Big\langle{}^{O}_{H}$	106	27,35	

» Il en résulte que l'*intensité* du caractère aldéhyde va, dans cette série, en s'affaiblissant à mesure que le poids moléculaire s'élève.

» Il en est ainsi, comme on le sait, en ce qui concerne l'*aptitude à la*

polymérisation que possèdent ces composés, en leur qualité d'oxydes de radicaux positifs bivalents C^nH^{2n}. Cette aptitude est à son maximum à l'étage C^1, dans le méthanal, que l'on ne connaît, à la température ordinaire, qu'à l'état de polymère, le *poly-oxy-méthylène* où l'on trouve l'image parfaite d'un oxyde métallique $\overset{\|}{R}O$. Encore très prononcée en C^2, dans l'éthanal, cette propriété va en s'affaiblissant à mesure que l'on s'avance dans l'échelle de carburation; elle est nulle dans les termes élevés et notamment dans l'aldéhyde benzoïque $H^5C^6 - C\begin{smallmatrix}\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ que l'on connaît seulement dans sa forme normale.

» J'ai constaté des rapports du même ordre en ce qui concerne l'action des amines mono-alcooliques $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ sur les aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n}O$ et entre les produits eux-mêmes de cette réaction.

» D'une manière générale, les bases amidées $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ réagissent avec énergie sur les aldéhydes aliphatiques. Quant à son résultat final apparent, la réaction consiste dans l'élimination d'une molécule d'eau et la formation d'une *imine aldéhydique* monosubstituée, selon le schéma

$$R - C\begin{smallmatrix}\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix} + H^2Az - X = H^2O + R - C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup AzX \\ \diagdown H\end{smallmatrix}.$$

» J'ai fait connaître les produits de l'action de la méthylamine, de l'éthylamine et de la propylamine sur le méthanal. Ce sont des liquides bouillant à 166°, 208 et 248°, sous la pression ordinaire ([1]).

» Or ces composés sont en réalité des *polymères triples* des véritables imines méthyléniques monosubstituées $H^2C = Az - CH^3$, $H^2C = Az - C^2H^5$, $H^2C = Az - C^3H^7$ ([2]).

» Depuis lors, j'ai étudié cette réaction dans la série des aldéhydes aliphatiques depuis l'étage C^2 jusqu'à l'étage C^7, à part le terme C^6 que je

---

([1]) Voir *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 3e série, t. XXVI, p. 200 (1893) et t. XXIX, p. 23 (1895).

([2]) En ce qui concerne la méthyl-méthylènimine $H^2C = Az - CH^3$, voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 449 (25 février 1895), la Note de MM. Brochet et Cambier.

La densité de vapeur de ce corps a été déterminée d'après Hoffmann, à 100°, dans un tube long de 1m,30. On a trouvé 3,95. La densité calculée pour le *polymère triple* $(H^2C = Az - CH^3)^3$ est 4,44.

A la température d'ébullition de l'aniline à 185°, d'après la même méthode, dans un tube long de 1m, on a trouvé 1,56. Calculé pour $H^2C = Az - CH^3$, 1,48. Dans ces conditions, la dissociation est donc complète.

n'ai pas pu me procurer. Sur les divers composés, j'ai fait agir les amines mono-alcooliques $H^2Az - C^nH^{2n+1}$ depuis C^1 jusqu'à C^5.

» J'ai obtenu ainsi une série assez riche de bases aux *imines aldéhydiques monosubstituées* de la formule générale $C^nH^{2n} = Az - C^nH^{2n+1}$, ou bien $C^nH^{2n+1} - CH = Az - C^{n^1}H^{2n^1+1}$. Toutes constituent des composés parfaitement définis, des liquides incolores, mobiles, fortement odorants, à point d'ébullition bien déterminés.

» Les circonstances de leur formation me permettent d'établir les propositions générales suivantes :

» *a*. La réaction des amines mono-alcooliques $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ sur les aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n+1} - C\langle{}^{O}_{H}$ est d'autant plus intense et plus énergique que le poids moléculaire de l'aldéhyde et celui de l'amine sont moins élevés, c'est-à-dire que les composants $- C\langle{}^{O}_{H}$ et $- AzH^2$ représentent une fraction plus considérable du poids des molécules totales.

» *b*. L'aptitude à la polymérisation des *imines* $C^nH^{2n} = Az - C^nH^{2n+1}$ ainsi obtenues dépend des mêmes circonstances, mais surtout de l'élévation du poids moléculaire du radical aldéhydique C^nH^{2n}. A l'étage C^1, dans l'imine méthylénique mono-méthylique $H^2C = Az - CH^3$ (ébullition 166°), la polymérisation est totale; elle est considérable encore à l'étage C^2 dans l'*imine méthylo-éthylidénique* $H^4C^2 = Az - CH^3$; elle diminue successivement en C^3, C^4 et C^5 pour devenir nulle ou presque nulle en C^7, dans le produit dérivé de l'œnanthol.

» Je dois ajouter que, toutes choses égales d'ailleurs, cette aptitude à la polymérisation dépend en même temps de l'élévation du poids atomique du radical C^nH^{2n+1} de l'amine réagissante. Déjà l'aldéhyde isobutylique C^5 ne fournit pas ou presque pas d'imine polymérisée avec l'éthyl, la propyl, l'isobutyl et l'amyl-amine.

» La comparaison des points d'ébullition des *imines aldéhydiques* $C^nH^{2n} = Az - C^{n^1}H^{2n^1+1}$ ainsi obtenues avec ceux des amines bi-alcooliques correspondantes $C^nH^{2n+1} - AzH(C^{n^1}H^{2n^1+1})$, qui en diffèrent par deux atomes d'hydrogène en plus, permet de formuler les propositions générales suivantes :

» *a*. Le point d'ébullition des *imines aldéhydiques* monosubstituées $C^nH^{2n+1} - CH = Az - C^{n^1}H^{2n^1+1}$ est fort voisin et, en général, un peu plus bas que celui de l'*amine* bi-alcoolique correspondante.

Imines aldéhydiques.	Ébullition.	Amines bi-alcooliques.	Ébullition.
$C^2H^4 = Az - C^2H^5$	50°	$C^2H^5 - AzH(C^2H^5)$	56°
$C^3H^6 = Az - C^3H^7$	102 (1)	$C^3H^7 - AzH(C^3H^7)$	109
$C^4H^8 = Az - C^4H^9$	130	$C^4H^9 - AzH(C^4H^9)$	140
$C^5H^{10} = Az - C^5H^{11}$	183	$C^5H^{11} - AzH(C^5H^{11})$	187
$C^4H^8 = Az - C^3H^7$	117	$C^4H^9 - AzH(C^3H^7)$	125

» *b.* L'élimination d'une molécule d'hydrogène dans le système $H\overset{\vee}{C} - \overset{|}{Az}H$ déterminant une soudure double entre le carbone et l'azote, $> C = Az -$, n'affecte que faiblement la volatilité du composé primitif.

» *c.* Dans les diverses combinaisons du genre *imine*, à composition équivalente, de la formule générale $C^n H^{2n} = Az - C^{n'} H^{2n'+1'}$, la volatilité est la même ou tout au moins ne diffère que fort peu; quel que soit le système de l'amine bi-alcoolique aux dépens duquel se fait l'élimination de H^2, la volatilité n'en est que faiblement affectée :

		Ébullition.
(C^5)	$CH^3 - CH = AzH - (CH^2 - CH^2 - CH^3)$	75°-77°
	$CH^3 - CH^2 - CH = AzH(CH^2 - CH^3)$	75-78
(C^7)	$CH^3 - CH^2 - CH = AzH - \left(CH^2 - CH\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}\right)$	117-118
	$\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}CH - CH = AzH - (CH^2 - CH^2 - CH^3)$	117-118
	$\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}CH - CH = AzH - \left(CH^2 - CH^2 - CH\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}\right)$	155
	$\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}CH - CH^2 - CH = AzH - \left(CH^2 - CH\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}\right)$	155

» Tous ces composés seront décrits dans un Mémoire spécial. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des halogènes sur la pyrocatéchine* (2). Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Friedel.

« L'action des halogènes sur la pyrocatéchine a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment par Stenhouse, Hlasiwetz et Zincke, qui ont décrit le dérivé tétrabromé, un autre tétrachloré et enfin une pyrocatéchine hexachlorée $C^6Cl^6O^2$; j'ai pu obtenir deux dérivés nouveaux : une pyrocaté-

(1) Chancel, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 232, année 1894.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

chine trichlorée $C^6H^3Cl^3O^2$ et une pyrocatéchine bibromée $C^6H^4Br^2O^2$.

» *Pyrocatéchine trichlorée.* — Ce composé, dont la préparation est assez délicate, a été obtenu en traitant la pyrocatéchine, dissoute dans l'acide acétique mélangé de chloroforme, par une quantité déterminée de chlore; le chlore libre est mis lui-même en dissolution dans l'acide acétique et la teneur de la liqueur est dosée par l'iode et l'hyposulfite.

» La formule de la réaction est

$$C^6H^6O^2 + 6Cl = C^6H^3Cl^3O^2 + 3HCl.$$

» Je fais dissoudre 10^{gr} de pyrocatéchine dans 90^{cc} d'acide acétique et 10^{cc} de chloroforme; je refroidis à 0° et j'ajoute peu à peu la solution récente et dosée de chlore dans l'acide acétique, de façon que pour 1 molécule de pyrocatéchine il intervienne environ $5^{mol},5$ de chlore; celui-ci est absorbé immédiatement; j'évapore presque complètement au bain-marie et je précipite les produits de la réaction par l'eau qui ne les dissout pas : le précipité est formé de pyrocatéchine trichlorée contenant un peu de pyrocatéchine tétrachlorée; je purifie par des cristallisations à chaud dans l'acide acétique étendu d'eau, en ajoutant une petite quantité de solution aqueuse d'acide sulfureux qui empêche la coloration des cristaux.

» Le corps ainsi obtenu cristallise en petits prismes incolores, inodores et de saveur brûlante : cristallisé dans l'eau et l'acide acétique, il contient une molécule d'eau de cristallisation et a pour formule

$$C^6H^3Cl^3O^2 + H^2O \ (^1);$$

il fond à 104°-105°.

» Sur le chlorure de calcium ou l'acide sulfurique, il ne perd pas son eau de cristallisation; placé dans le vide sur l'acide sulfurique, il se déshydrate lentement et se change en un autre hydrate, de formule

$$C^6H^3Cl^3O^2 + \tfrac{1}{2}H^2O \ (^2);$$

ce dernier fond à 134°-135°.

» La pyrocatéchine trichlorée est insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acé-

---

(1) *Analyses.* — Trouvé : C = 30,37; H = 2,34; Cl = 46,01 — 45,18 — 45,78.
Calculé : C = 31,10; H = 2,15; Cl = 46 pour 100.

(2) *Analyses.* — Trouvé : C = 32,33 — 31,86; H = 1,96 — 2,35;
Cl = 47,17 — 47,74 — 48 — 47,90 — 48,03.
Calculé : C = 32,40; H = 1,79; Cl = 47,86.

Perte d'eau dans le vide, trouvé : 4,29; calculé : 3,88.

tique, etc.; un excès de chlore la transforme en pyrocatéchine tétrachlorée.

» *Pyrocatéchine bibromée.* — Ce corps s'obtient facilement en ajoutant peu à peu une solution acétique de brome au $\frac{1}{10}$ à une solution refroidie de pyrocatéchine dans l'acide acétique; le brome doit être employé en quantité correspondant à l'équation

$$C^6H^6O^2 + 4Br = C^6H^4Br^2O^2 + 2HBr.$$

» L'acide acétique est évaporé presque complètement et le dérivé bromé précipité par l'eau; on le purifie par des cristallisations à chaud dans l'acide acétique étendu.

» Le corps ainsi obtenu est en prismes assez gros, transparents dans le liquide, mais devenant opaques à l'air; ils ne contiennent pas d'eau de cristallisation et ont pour formule

$$C^6H^4Br^2O^2\ (^1).$$

» Ce dérivé bibromé est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, etc.; son point de fusion est 92°-93°; un excès de brome le transforme en pyrocatéchine tétrabromée; le chlore donne de la pyrocatéchine tétrachlorée. Chauffée avec l'acide sulfurique vers 80°, la pyrocatéchine bibromée est transformée en pyrocatéchine tétrabromée et produits résineux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la siccativité des matières grasses en général, et leur transformation en produits élastiques analogues à la linoxine.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Aimé Girard.

« Toutes les matières grasses, lorsqu'elles sont exposées à l'air, se modifient sous l'action de l'oxygène; mais, tandis que la plupart éprouvent seulement le rancissement, on en rencontre un certain nombre, principalement parmi les huiles végétales, qui, dans cette circonstance, se transforment en une matière solide et élastique, parfaitement sèche, que Mulder a désignée sous le nom de *linoxine*. Les huiles, telles que celles de lin,

---

[1] *Analyses.* — Trouvé : C = 26,56 — 26,53; H = 1,85 — 1,62;
Br = 58,98 — 59,66 — 60,05.
Calculé : C = 26,86; H = 1,49; Br 59,70.

de noix, d'œillette, etc., qui donnent naissance à cette linoxine sont désignées sous le nom d'*huiles siccatives*.

» On attribue généralement la propriété, pour une huile, de donner de la linoxine comme produit final de l'oxydation, à la présence, soit d'un glycéride particulier, la linoléine, soit de glycérides divers de composition très voisine.

» Cepend nt, si l'on réfléchit que la masse totale de l'huile exposée à l'air se transforme en ce produit solide, on peut bien, à la rigueur, admettre que la linoléine est la cause déterminante de cette transformation, mais il semble évident, d'autr e part, que les autres glycérides, l'oléine, la margarine, etc., subissent la même transformation ; par suite, on est conduit à se demander si, en l'absence de glycérides analogues à la linoléine, et c'est le cas des huiles non siccatives d'olives, de colza, etc., on ne pourrait pas néanmoins aboutir au même résultat.

» L'expérience a montré que, pour les huiles siccatives, la transformation en un produit solide est activée soit par un chauffage prolongé à une température inférieure à celle où commencent à se dégager des produits volatils, soit par l'intervention d'oxydes ou de sels de plomb ou de manganèse. Dans le premier cas, on admet que la chaleur a pour objet d'accélérer la polymérisation des acides gras non saturés et de former des produits complexes absorbant plus rapidement l'oxygène ; dans le second cas, les oxydes de plomb et de manganèse jouent le rôle d'intermédiaires, prenant l'oxygène atmosphérique pour l'abandonner au fur et à mesure aux éléments susceptibles de donner de la linoxine.

» J'ai commencé par appliquer ces deux modes de traitement aux huiles non siccatives, mais j'ai constaté que les huiles ainsi traitées, exposées ensuite à l'air à la température ordinaire, tout en subissant un certain épaississement, n'arrivent pas à sécher après plusieurs mois. Au contraire, si l'on expose ces huiles à l'air à une température plus élevée, on obtient des résultats tout différents.

» Des huiles d'olives et de colza, soit prises à l'état naturel, soit préalablement traitées par un mélange de litharge et de borate de manganèse, dans les conditions et les proportions adoptées industriellement, ont été placées dans des capsules ou sur des plaques de verre, de manière qu'elles soient en contact avec l'oxygène atmosphérique par une large surface et maintenues dans une étuve chauffée tantôt à 120°, tantôt à 160°. Dans ces conditions, on voit l'huile s'épaissir et se transformer finalement en un produit parfaitement solide et élastique, complètement identique d'aspect au produit obtenu avec une huile siccative. En opérant sur des huiles n'ayant subi aucun traitement préalable, j'ai constaté que, à 120°, la transformation de l'huile non siccative, en

couche mince, sur une plaque de verre, s'effectuait en trente-six heures; si l'épaisseur de la couche d'huile augmente et atteint, par exemple, 2^{mm}, l'expérience demande cinq à six jours. A 160°, la transformation a lieu un peu plus rapidement.

» Lorsque les huiles ont été préalablement chauffées avec un mélange de litharge et de borate de manganèse, la transformation est beaucoup plus rapide; j'ai pu ainsi obtenir, en opérant à 160°, la solidification de l'huile d'olives en sept heures, lorsqu'elle était en couche mince, sur une plaque de verre et, en trente heures, lorsque la couche atteignait une épaisseur de 2^{mm} environ.

» Si toutes les huiles végétales se transforment en matière solide, c'est que leurs éléments pris isolément peuvent subir cette transformation; or les huiles végétales étant essentiellement formées de glycéride liquide, l'oléine, et de glycéride solide, la margarine, il en résulte que le même phénomène doit se produire lorsque la proportion de glycérides solides domine, ce qui est le cas des matières grasses d'origine animale. J'ai été conduit, par cette considération, à répéter sur ces matières les expériences précédentes en me plaçant dans les mêmes conditions.

» J'ai maintenu à l'étuve, à 160°, un mélange de stéarine et de margarine, solide à la température ordinaire et fondant à 48°; la substance, soit à l'état naturel, soit préalablement traitée par un mélange de litharge et de borate de manganèse, était disposée tantôt sur des plaques, tantôt dans des capsules plates. Les résultats ont été identiques à ceux que fournissent les huiles végétales, sauf au point de vue du temps nécessaire à la transformation qui est plus long. Dans les capsules contenant, par exemple, la matière lithargirée et manganésée sur une épaisseur de 1^{mm}, j'ai constaté qu'après trente heures la matière se fige moins vite que de coutume lorsqu'on l'abandonne au refroidissement; elle a pris, de plus, une transparence notable; après soixante-quinze heures, la couleur est jaune et la transparence est complète en même temps que la matière épaissie s'étire en longs fils après refroidissement; enfin, après cent quatre-vingt-cinq heures environ, on obtient une pellicule solide à 160°, élastique et identique d'aspect avec le produit fourni par les huiles siccatives. Le résultat est le même si l'on soumet à la chaleur la matière grasse non traitée préalablement, mais la réaction exige un temps un peu plus long. Dans les deux cas, la présence de l'oxygène est indispensable.

» Si l'on examine la matière obtenue soit avec les huiles végétales, soit avec les matières grasses animales, on constate qu'elle présente un aspect identique; elle est très élastique, transparente, se gonfle sans se dissoudre dans l'éther, la benzine, l'alcool, etc., et est facilement saponifiable par les alcalis. Je me propose, du reste, d'étudier plus complètement cette matière et de rechercher si la dessiccation des diverses matières grasses donne un produit final présentant la même composition que celui fourni par l'huile de lin.

» *En résumé*, si la distinction des huiles végétales en huiles siccatives et en huiles non siccatives est exacte, c'est sous la réserve que l'oxydation de ces huiles ne s'effectue qu'à la température ordinaire. Les expériences précédentes montrent que la transformation en un produit élastique analogue à celui fourni par les huiles siccatives peut s'effectuer d'une manière générale pour toutes les matières grasses sans exception, qu'elles soient d'origine animale ou végétale, à condition de les soumettre à une température convenable. La transformation sera plus ou moins longue, suivant la température ou le traitement préalable qu'auront pu subir les matières grasses; mais celles-ci fourniront finalement un produit qui restera solide, même à température élevée, et qui présentera, outre la transparence et l'élasticité, des propriétés chimiques identiques à celles de la linoxine. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition de quelques avoines françaises et étrangères, de la récolte de* 1894. Note de M. **Balland**.

« Les avoines de Beauce de la récolte de 1894 renferment 9 à 9,7 pour 100 de matières azotées, 5 à 6 pour 100 de matières grasses et 8 à 9,6 pour 100 de cellulose résistante.

» Les avoines de Bretagne présentent la même composition, mais avec plus de cellulose (10,5 pour 100).

» Les avoines de Brie ont moins de cellulose (8,5 à 9 pour 100) et une proportion de matières azotées voisine de 10 pour 100.

» Les avoines du Centre (Berry, Bourbonnais, Nivernais) donnent 9,5 à 10,5 pour 100 de matières azotées, 5,4 à 5,8 pour 100 de matières grasses et 8 à 8,5 pour 100 de cellulose.

» Avoines du Poitou : 9,5 à 10,5 pour 100 matières azotées; 5,8 pour 100 matières grasses; 8 pour 100 cellulose.

» Avoines d'Islande : 9 à 9,5 pour 100 matières azotées; 4,5 à 5,5 pour 100 matières grasses; 10,5 à 11 pour 100 cellulose.

» Avoines blanches de Russie (Saint-Pétersbourg, Azoff, Mariopol, Nicolaïef, Novorosisk, Sébastopol) : 10,2 à 12 pour 100 matières azotés; 4 à 5 pour 100 matières grasses; 9,5 à 11,5 pour 100 cellulose.

» Avoines noires de Russie (Libau, Nicolaïef, Odessa): 8,2 à 9,5 pour 100 matières azotées; 4 à 4,5 pour 100 matières grasses; 10,5 à 12 pour 100 cellulose.

» Avoines de Suède : 9,15 pour 100 matières azotées; 5,5 pour 100 matières grasses; 9 à 10,8 pour 100 cellulose.

» Les analyses des avoines de 1894, rapprochées des analyses effectuées sur les avoines de la récolte de 1893, prouvent que si le poids moyen des grains, des cendres et de l'amande, par rapport à la balle, n'a pas sensible-

ment varié pour les avoines de même provenance, il n'en est pas de même des matières azotées, des matières grasses et de la cellulose résistante. On peut dire, d'une manière générale, que les matières azotées ont diminué, tandis que les matières grasses et la cellulose se sont élevées. C'est ce qui a été observé pour les avoines de Beauce, de Bretagne, de Champagne, de Picardie, des Vosges, et pour les avoines de Hollande, d'Irlande, de Russie et de Suède.

» En ce qui concerne spécialement les avoines de Beauce, les matières azotées qui, en 1893, étaient toujours supérieures à 10 pour 100 et se sont élevées à 12,4 pour 100, n'atteignent pas 10 pour 100 et se rapprochent plutôt de 9 pour 100 en 1894. La cellulose résistante, qui ne dépassait pas 8 pour 100 en 1893, s'élève à 9,7 pour 100 en 1894 et les matières grasses se sont aussi accrues de 1 pour 100.

» Cet exemple montre l'intérêt qu'il y a, en particulier pour l'armée, à être exactement renseigné, dans les premiers mois de chaque récolte, sur la valeur moyenne des principales avoines du commerce : un cheval qui, en 1893, avec une ration journalière de 5^{kg} d'avoine de Beauce, pouvait recevoir 600^{gr} de matières azotées, n'en retrouve plus que 450^{gr} en 1894. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'existence de variations anormales de pression avec la hauteur. Gradient vertical* (1). Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« On est arrivé depuis longtemps, par des considérations théoriques, à cette notion que la décroissance de la pression de l'air dans la verticale peut être différente, dans certains cas, de celle qui résulte de la loi statique correspondant à l'état d'équilibre et qui est exprimée par la formule de Laplace. Dans ce cas, si l'on mesure la différence de pression entre deux points, situés sur une même verticale, et qu'on la compare à celle que l'on peut calculer en prenant pour base la densité de l'air et l'intensité de la pesanteur aux points considérés, on trouve un écart entre les deux nombres. L'écart rapporté à la distance qui sépare les points constitue un véritable gradient, que j'ai désigné sous le nom de *gradient barométrique vertical*.

(1) *Sur quelques propriétés élémentaires des surfaces d'égale pression* (*Annales du Bureau central météorologique de France*, t. I, 1882).

» La preuve expérimentale de l'existence de ce gradient a été faite, pour la première fois, par la comparaison des observations faites au Puy-de-Dôme et à Clermont, dans une Note présentée, en 1884, au Congrès de l'Association scientifique : je montrai les relations qui existent entre les courants ascendants diurnes et la décroissance anormale de la pression.

» Voici le résumé de ces premières recherches :

» La décroissance de la température est beaucoup plus forte pendant le jour que ne l'indique la Théorie mécanique de la chaleur; il en résulte que tout mouvement ascensionnel de l'air doit déterminer un travail moteur (comme M. Peslin l'a fait voir il y a plus de quinze ans). Dans ces conditions, les courants ascendants, au-dessus de la vallée de Clermont, doivent être fréquents; on en retrouve la trace dans ce fait, que la décroissance de la pression est plus rapide dans le jour que ne l'indique le poids de l'air contenu entre les deux stations.

» Depuis cette époque, les stations de montagne s'étant multipliées, il a été plus facile de retrouver la trace du gradient vertical sur d'autres observations; enfin, l'installation de barographes à la tour Eiffel, par les soins du Bureau central météorologique, m'a permis de mettre l'existence de ce gradient hors de toute contestation. On a pu ainsi reconnaître certains faits généraux, qui ont fait l'objet d'une Note à la Société météorologique (8 janvier 1891) et d'un Mémoire paru dans les *Annales du Bureau central météorologique*. Ces faits, qui se vérifient sur toutes les observations recueillies depuis, sont assez positifs aujourd'hui pour que je croie devoir les communiquer à l'Académie.

» La comparaison des pressions observées en des points voisins, mais situés à des niveaux différents, montre que la loi statique de décroissance de pression est rarement satisfaite, mais qu'il existe habituellement des écarts de signes variables entre les valeurs observées et celles qui correspondent à l'équilibre.

» Le gradient vertical est dit *négatif*, lorsque la différence des pressions calculées est moindre que celle des pressions observées; dans ce cas, il n'y a pas équilibre entre la résultante des pressions et la pesanteur, et la résultante finale est dirigée de bas en haut.

» C'est le contraire quand la différence calculée est plus grande que la différence observée; le gradient est alors *positif* et la résultante dirigée de haut en bas.

» Si l'on étudie la répartition des valeurs horaires du gradient, soit

d'après les stations de montagne, soit sur les observations de la tour Eiffel, on remarque :

» 1° Que ce gradient présente une variation diurne bien marquée, les gradients négatifs augmentant de valeur et de fréquence pendant la journée ;

» 2° Que l'amplitude de cette variation croît, dans une certaine mesure, avec celle de la température; elle est ainsi maximum en été et minimum en hiver.

» Nous donnons ici les observations du Puy-de-Dôme qui, les premières, nous ont permis de reconnaître l'existence de ce gradient.

Valeurs annuelles du gradient vertical pour 1081^m. — *Moyennes de sept années* (1878-1884).

3^h.	6^h.	9^h.	Midi.	3^h.	6^h.	9^h.	Minuit.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
+0,40	—0,04	—0,61	—0,86	—0,82	—0,28	—0,06	+0,21

Écarts trihoraires à la moyenne de chaque mois.

	3^h.	6^h.	9^h.	Midi.	3^h.	6^h.	9^h.	Minuit.	Amplitude. Gradient.	Amplitude. Temp.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	o
Décembre..	+0,26	+0,27	0,00	—0,61	—0,47	+0,06	+0,08	+0,41	1,02	3,3
Janvier....	+0,12	+0,16	0,00	—0,50	—0,21	+0,15	+0,15	+0,18	0,68	4,1
Février....	+0,47	+0,39	—0,09	—0,64	—0,60	+0,04	+0,19	+0,13	1,11	5,4
Mars.......	+0,62	+0,31	—0,39	—0,79	—0,59	+0,05	+0,13	+0,62	1,41	7,0
Avril......	+0,58	+0,23	—0,51	—0,34	—0,22	—0,12	+0,13	+0,27	1,19	6,3
Mai........	+1,06	+0,03	—0,58	—0,71	—0,64	—0,11	+0,30	+0,66	1,77	8,4
Juin.......	+0,99	+0,04	—0,49	—0,45	—0,96	—0,24	+0,30	+0,71	1,95	8,1
Juillet....	+1,00	+0,15	—0,74	—0,59	—0,62	—0,20	+0,38	+0,60	1,74	9,0
Août.......	+1,12	+0,10	—0,52	—0,62	—0,68	—0,04	+0,29	+0,39	1,80	9,0
Septembre..	+0,72	+0,30	—0,49	—0,70	—0,65	+0,09	+0,19	+0,50	1,42	7,4
Octobre....	+0,67	+0,34	—0,04	—0,68	—0,67	—0,15	+0,18	+0,31	1,35	5,9
Novembre..	+0,29	+0,33	—0,39	—0,76	—0,50	—0,17	+0,29	+0,55	1,31	4,1
Année......	+0,67	+0,23	—0,34	—0,59	—0,55	—0,01	+0,21	+0,48	1,26	

» Les résultats déduits des observations de montagne peuvent, sans doute, être affectés, dans une certaine mesure, par les erreurs commises dans la détermination de la température de l'air; mais les observations faites à la tour Eiffel montrent que ces gradients verticaux sont bien réels, parce que, dans ce cas, les incertitudes sur la température et l'humidité

moyennes de l'air sont si réduites, que l'erreur de ce chef est tout à fait négligeable.

Valeurs du gradient vertical pour 279^m,5 *entre la tour Eiffel et le Bureau central météorologique. — Moyennes.*

Janvier (3 ans).	mm	Juillet (4 ans).	mm
Minuit.........	—0,15	Minuit.........	+0,07
3^h..............	—0,07	3^h..............	+0,06
6^h..............	—0,09	6^h..............	—0,04
9^h..............	—0,16	9^h..............	—0,10
12^h (midi)......	—0,21	12^h (midi)......	—0,17
3^h..............	—0,19	3^h..............	—0,19
6^h..............	—0,16	6^h..............	—0,05
9^h..............	—0,16	9^h..............	+0,08

» En étudiant la marche des gradients verticaux et leur signe suivant les circonstances atmosphériques, on reconnaît qu'ils sont en relation avec les mouvements généraux de l'atmosphère, ainsi que je compte le montrer dans une autre Note. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 avril 1895.

Construction pratique des navires de guerre, par A. Croneau, Professeur à l'École du Génie maritime. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 vol. gr. in-8° avec Atlas. (Présenté par M. de Bussy.)

Propos d'un écuyer, par M. F. Musany. Paris, H. Simonis, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1894. Montpellier, Ch. Boehm; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Aide-Mémoire de l'officier de Marine, de M. Édouard Durassier, continué

par M. Charles Valentino, bibliothécaire du Ministère de la Marine. 1895. Paris, H. Charles-Lavauzelle; 1 vol. in-18.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 14. Séance du 9 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Cloudland. A study on the structure and characters of clouds, by Rev. W. Clement Ley. London, Edward Stanford, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 5e série. Tome II. N° 2, 1895. Février. Saint-Pétersbourg; 1 vol. gr. in-8°.

Curso de Electrotecnica de la escuela professional superior, par M. B. Bahia, director de la Seccion de telegrafos de la Nacion. Vol. VI. Buenos-Aires, 1894; 1 vol. in-8°.

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Second series. Vol. X, Part II. Philadelphia, 1894; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 8 avril 1895.)

Note de M. *G. Denigès*, Sur le dosage du thiophène dans la benzine :

Page 782, lignes 21 et 22, *au lieu de* que si le mercure est en excès par rapport au thiophène, *lisez* que si le thiophène est en excès par rapport au mercure.